ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1975 N° 56

LES FARINES DE POISSON AU MAROC

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
Diplôme d'Université

présentée et soutenue publiquement en 1975
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

par

Mohamed, Rachid BENKIRANE
Né le 8 Janvier 1951 à FES (Maroc)

Jury :

Président : MM. GAYREL, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs : FALIU, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
GRIESS, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

CEPADUES
29, boul. Carnot, 29
TOULOUSE

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549604_0035

LES FARINES DE POISSON AU MAROC

LES FARINES DE POISSON
AU MAROC

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1975 N° 56

LES FARINES DE POISSON AU MAROC

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
Diplôme d'Université

présentée et soutenue publiquement en 1975
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

par

Mohamed, Rachid BENKIRANE
Né le 8 Janvier 1951 à FES (Maroc)

Jury :

Président : MM. GAYREL, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs : FALIU, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
GRIESS, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

CEPADUES
29, boul. Carnot, 29
TOULOUSE

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

DIRECTEUR — MM. LAUTIE
DIRECTEURS HONORAIRES — PONS, DARRASPEN, FLORIO
PROFESSEUR HONORAIRE — LOMBARD

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie et Toxicologie
Professeur titulaire — M. **Godfrain**
Maître Assistant agrégé — Mme **Burgat-Sacaze**

Pharmacie et Toxicologie

Chaire de Physique et Chimie Biologiques et Médicales.
Professeur titulaire — M. **Rico**
Maître-Assistant — M. **Braun**

Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale

Chaire d'Anatomie des Animaux domestiques.
Professeur titulaire — M. **Pavaux**

Anatomie descriptive - Extérieur
Anatomie appliquée - Tératologie

Chaire de Physiologie et Thérapeutique.
Professeur titulaire — MM. **Ruckebusch**
Maître de Conférences, non Chef de Service — **Fargeas**
Maître-Assistant — **Toutain**

Physiologie - Thérapeutique et Pharmacodynamie

Chaire d'Histologie - Anatomie Pathologique.
Professeur titulaire — MM. **Van Haverbeke**
Professeur sans Chaire — **Cabanié**
Maître-Assistant agrégé — **Magnol**

Histologie - Embryologie - Anatomie Pathologique

Chaire d'Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale.
Professeur titulaire — MM. **Labie**
Maître-Assistant — **Eeckhoutte**
Maître-Assistant — Mme **Benard**

Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie des Denrées alimentaires d'origine animale

Chaire de Parasitologie et Maladies Parasitaires.
Professeur titulaire — MM. **Brizard**
Maître de Conférences, non Chef de Service — **Dorchies**

Zoologie appliquée - Parasitologie externe
Parasitologie interne - Clinique

Chaire de Séméiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores.
Professeur titulaire — MM. **Florio**
Professeur sans Chaire — **Lescure**
Maître-Assistant agrégé — **Guelfi**

Séméiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie - Clinique

Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour.
Professeur titulaire — MM. **Tournut**
Professeur sans Chaire — **Espinasse**
Maître-Assistant — **Bezille**

Séméiologie et Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour - Clinique
Clinique ambulatoire

Chaire de Pathologie Chirurgicale.
Professeur titulaire — MM. **Cazieux**
Maître-Assistant — **Dickelé**
Maître-Assistant — **Genevois**

Propédeutique et Séméiologie Chirurgicale
Technique Chirurgicale - Pathologie Chirurgicale

Chaire de Pathologie de la Reproduction.
Professeur titulaire — MM. **Berthelon**
Professeur sans Chaire — **Royal**
Maître-Assistant — **Tainturier**

Séméiologie et Propédeutique
Pathologie de la Reproduction - Obstétrique - Clinique

Chaire de Maladies Contagieuses - Zoonoses Législation Sanitaire.
Professeur titulaire — MM. **Saurat**
Maître de Conférences, non Chef de Service — **Chantal**
Maître-Assistant — M. **Ganière**

Maladies Contagieuses - Zoonoses
Législation Sanitaire

Chaire de Pathologie générale - Microbiologie Immunologie.
Professeur titulaire — MM. **Lautié**
Maître-Assistant — **Meignier**

Microbiologie - Immunologie - Pathologie générale

Chaire de Zootechnie et Economie Rurale.
Professeur titulaire — MM. **Queinnec**
Maître-Assistant — **Darre**

Ethnologie - Génétique appliquée - Hygiène générale
Zootechnie - Elevage
Economie générale et des Productions animales

Chaire d'Alimentation.
Professeur titulaire — MM. **Faliu**
Professeur sans chaire — **Griess**
Maître-Assistant — **Paragon**

Botanique appliquée et Bromatologie
Agronomie - Alimentation

COURS COMPLEMENTAIRES — CHARGES D'ENSEIGNEMENT

MM. les Professeurs ANGELIER, ARMENGAUD, BAZEX, BENQUET, BLANC, BOURBON, CANDAU, CHANCHUS, COMBES, COMBRET, FERNET, LAGARRIGUE, LARROUY, MONIER, RIVES.

La Faculté et l'Ecole n'entendent pas être responsables des opinions émises par les candidats (délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 12 juin 1924).

A MON PERE ET MA MERE,

Puissent-ils trouver dans ce modeste travail le témoignage de mon affection sincère et de ma profonde reconnaissance.

A MON FRERE FOUAD

A MA SOEUR RAJAE

A MA SOEUR FOUZIA ET SON MARI TAIB

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR GAYREL
de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR FALIU

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui nous a fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.
Qu'il trouve ici le témoignage de notre gratitude et de notre profond respect.

MONSIEUR LE PROFESSEUR GRIESS

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour le remercier de son dévouement et de ses conseils au cours de l'élaboration de cette thèse.
Modeste preuve de notre respectueuse reconnaissance.

A TOUS NOS MAITRES

DE

L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

SOMMAIRE

INTRODUCTION : 1

PREMIÈRE PARTIE : INTÉRÊT DE L'INTRODUCTION DE FARINE DE POISSON DANS LE RÉGIME ALIMENTAIRE : 3

I - Situation du problème : 3

II-Rappel des principales maladies nutritionnelles par carence protidique : 4
1 - Syndrome dénutrition protidique : 4
2 - Anémies nutritionnelles : 6
3 - Ostéoporose : 6

III-Nutrition azotée et infection : 7

IV-Alimentation azotée et stérilité : 7
1 - Au point de vue de la quantité : 7
2 - Au point de vue de la qualité : 8

CONCLUSION : 8

DEUXIÈME PARTIE : PRODUCTION ET COMPOSITION DES FARINES DE POISSON AU MAROC : 9

CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA PRODUCTION DES FARINES DE POISSON AU MAROC : 9

I - Matière première : 9
1 - Origine zoologique : 9
• La sardine : 9
• La bécasse de mer : 9
2 - Quantités pêchés : 10
3 - Quantité utilisée pour la fabrication de farine de poisson : 14
4 - Place du MAROC dans la production mondiale des farines de poisson : 14
5 - Composition chimique des poissons utilisés pour la fabrication de farines de poisson au MAROC : 16
a - Poissons entiers : 16
a - 1 Sardine : 17
• Eau : 17
• Matières grasses : 17

• Matières protidiques : 18
Azote protéique : 18
Azote non protéique : 20
• Les glucides : 20
• Matière minérale et oligo-éléments : 22
• Vitamines : 23
a - 2 Bécasse de mer : 23
b - Déchets de poisson : 24

II - Influence de l'état de fraîcheur de la matière première sur le produit final : 26
1 - Altération des protides : 26
2 - Altération des lipides : 26
3 - Altération de la couleur : 27
4 - Altération de la saveur : 27

CONCLUSION : 27

CHAPITRE II : LES TRAITEMENTS INDUSTRIELS ET LEURS INFLUENCES SUR LA QUALITE DES FARINES DE POISSON : 29

I - Les différentes techniques de préparation 29
1 - Procédé utilisé au MAROC : Extraction par voie humide : 29
2 - Autres procédés : 31
a - Extraction par voie sèche : 31
b - Traitement enzymatique à froid : 31
c - Traitement à la chaux : 32
d - Traitement par fermentation avec le lait : 32

II - Influence du traitement sur la qualité des farines : 32
1 - Influence de l'extractif hydrosoluble, du mode de séchage et de la chaleur : 33
a - L'extractif hydrosoluble : 33
b - Le mode de séchage des farines : 33
c - La chaleur : 33
2 - Influence du solvant : 34

CHAPITRE III : LES CARACTERISTIQUES DES FARINES DE POISSON PRODUITES AU MAROC : 35

I - Caractères organoleptiques : 35

II - Composition chimique : 35
• Sardine : 36
1 - Energie : 36
2 - Protides : 36
. *Aspect quantitatif* : 36
. *Aspect qualitatif* : 37
3 - Les lipides : 37
4 - Minéraux : 40
5 - Vitamines : 40
• Bécasse de mer : 41

III - Salubrité et pollution : 42

CHAPITRE IV : STOCKAGE DES FARINES DE POISSON ET SES CONSEQUENCES AU POINT DE VUE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE : 45

I - Stockage et pollution microbienne : 45

II - Stockage et oxydation : 45
1 - Action sur les protéines : 47
2 - Action sur la matière grasse : le rancissement proprement dit : 47
a - Mécanisme : 47
b - Condition de la formation de péroxydes dans les farines : 48
• *Composition de la farine de poisson* 48
• *Mode d'utilisation* : 49
3 - Conséquences de ces altérations : 49
a - Accidents cliniques et lésions : 49
• *Encéphalomalacie de nutrition* : 49
• *Myodystrophie de nutrition* : 50
• *Diathèse exsudative des poussins* : . 50
• *Myopathie de nutrition des dindons* : 51
b - Répercussions sur la couleur, l'odeur et la saveur : 51
4 - Prévention des accidents : 53

TROISIÈME PARTIE : UTILISATION DES FARINES DE POISSON : 51

CHAPITRE I : VALEUR ALIMENTAIRE DES FARINES DE POISSON : 55

I - Valeur nutritive des protéines : 55
1 - Le coefficient d'utilisation digestive : C. U. D. : 55
2 - La valeur biologique : V.B. : 56
3 - Variation du C.U.D. et de la V.B. : 56
4 - Importance des acides aminés indispensables : 58

II- Importance des oligo-éléments : 60
1 - Le rôle du zinc : 60
2 - Le rôle du sélénium : 60

III-Facteurs de croissance encore indéterminés : 61

CONCLUSION : 62

CHAPITRE II : EMPLOI DE LA FARINE DE POISSON AU MAROC : 63

I - Aperçu sur l'industrie actuelle de l'alimentation animale : 63

II- Dans la lutte contre la carence protéique au MAROC : 64

III-Dans la ration des animaux domestiques : 66
1 - Dans l'alimentation des volailles : 67
• Le poussin : 68
• Le poulet de chair : 72
• La poule pondeuse : 73

CONCLUSIONS : 75
2 - Perspectives pour les autres animaux domestiques : 76
a) Porc : 76
b) Ruminants : 78
- *Le boeuf et le bouvillon* : 78
- *La vache laitière* : 78
- *Les ovins* : 79

QUATRIÈME PARTIE : INVESTISSEMENTS NÉCESSAIRES À LA CRÉATION D'UNE INDUSTRIE NATIONALE : 81

I - Flottille de pêche : 81

II - Usines et traitement : 83

1 - Industrie actuelle de la farine de poisson au Maroc : 83

a - Localisation : 83

b - Capacité : 83

c - Approvisionnement en matière première et utilisation de la capacité : 84

d - Niveau technique de l'industrie : 84

2 - Améliorations possibles : 85

a - Utilisation de l'eau de colle : 85

b - Installation de la presse : 86

c - Manutention de la farine : 86

d - Déchargement et transport du poisson : . 87

e - Contrôle de la qualité : 87

f - Possibilités d'entretien : 87

3 - Recommandations : 88

4 - Coopération entre les différentes usines : . 88

TABLEAU FINAL : 90

CONCLUSION GÉNÉRALE : 91

BIBLIOGRAPHIE : 93

*
* *

INTRODUCTION

On est obligé de constater que le secteur le moins développé de l'agriculture marocaine est représenté par la production animale. Certes il y a eu des améliorations dans certains secteurs, on est impressionné de voir les haras de Meknès et les vaches laitières de certaines fermes, mais l'action n'a pas atteint d'une façon efficace le secteur de l'agriculture traditionnelle.

Dans ce sens parvenir à une meilleure productivité de l'élevage est plutôt une obligation qu'une option et ne peut s'établir que sur l'introduction, la généralisation et aussi la consolidation de techniques et de produits alimentaires nouveaux.

Les végétaux utilisés presque exclusivement dans l'alimentation animale, sont devenus insuffisants, et il a fallu rechercher d'autres sources d'apport, principalement pour trouver le composant le plus cher et le plus rare des rations alimentaires : La matière protéique.

La farine de poisson, en n'entraînant aucune compétition aiguë avec l'alimentation humaine, est dans l'ensemble une bonne source de matière azotée, et sa richesse en protéines de haute valeur biologique (Lysine - Méthionine) et sa teneur en vitamines du groupe B (surtout B 12 et B 6) particulièrement élevée si les "fish" solubles ont été réincorporés, lui ont conféré longtemps une nette supériorité sur les autres aliments protidiques pour équilibrer et valoriser les rations du bétail à base de céréales.

Tenant compte, d'une part de la place importante qu'occupe le MAROC dans le concert des nations productrices de poisson (14ème rang mondial et 1er rang Africain) et de l'importance de l'industrie des pêches qui occupe le 3ème rang de l'économie marocaine après les phosphates, les agrumes et primeurs ; et d'autre part de ce que la farine de poisson constitue un sous-produit (de grande valeur nutritionnelle et disponible en toute saison et à bas prix) de cette industrie des pêches, nous avons choisi ce sujet pour mettre en relief l'intérêt que présente la farine de poisson dans l'amélioration zootechnique de notre bétail, car en fait notre profession s'oriente de plus en plus vers l'hygiène générale et surtout l'hygiène alimentaire des animaux domestiques.

*

PREMIERE PARTIE

INTERET DE L'INTRODUCTION DES FARINES DE POISSON DANS LE REGIME ALIMENTAIRE

I - SITUATION DU PROBLÈME.

L'observation apporte journellement la preuve de l'interdépendance étroite existant entre l'alimentation et l'apparition des épizooties. Il ne fait aucun doute que dans bien des cas, on qualifie d'infectieux des états morbides dont l'origine doit être attribuée à une carence alimentaire.

Les recherches scientifiques mondiales permettent de conclure, qu'un assez grand nombre de maladies infectieuses sont sous la dépendance de facteurs alimentaires, et que la forme épizootique sous laquelle elles évoluent est la conséquence d'une alimentation déséquilibrée. Le déséquilibre alimentaire se traduit toujours par un état de moindre résistance favorable à la pénétration des agents microbiens.

On sait comment se crée cet état de moindre résistance, sous l'effet d'une alimentation défectueuse, trop abondante ou trop faible, trop riche ou trop pauvre en une ou plusieurs substances organiques ou minérales.

La fatigue imposée à tout le système digestif provoque des dyspepsies, c'est-à-dire, le ralentissement du péristaltisme intestinal et des phénomènes sécrétoires, et aboutit en définitive à la débilité des animaux, principalement les jeunes. Cette assertion se trouve confirmée dans la différence existant entre la résistance des organismes adultes et celle des sujets en croissance.

Alors que l'adulte en possession de tous ces moyens de défense locale (digestive - respiratoire - cutanée) et générale (tonus nerveux et musculaire) subit sans grand dommage, bien des assauts microbiens ou parasitaires ; le sujet en croissance, au contraire, encore insuffisamment protégé, supporte moins aisément ces offensives.

En plus les sujets nés d'une mère mal nourrie prennent un mauvais départ pour leur croissance. Beaucoup d'entre-eux meurent de malnutrition proprement dite au cours de leur premier ou deuxième mois, ou sont victimes d'une infection gastro-intestinale ou respiratoire favorisées par leur mauvais état général.

Les survivants voient leur croissance compromise, et la malnutrition qui persiste pendant toute la durée de leur vie économique. Les adultes seront de taille médiocre, de santé fragile et relativement peu aptes à la destination à laquelle on les désigne.

Ainsi donc, les effets de malnutrition dépassent de loin ce que l'on peut attribuer à la simple "sous-alimentation".

II - RAPPEL DES PRINCIPALES MALADIES NUTRITIONNELLES PAR CARENCE PROTIDIQUE.

1 - Syndrome dénutrition protidique.

Notre propos est la dénutrition protidique. Il conviendrait donc, puisque ce nutriment est électivement en cause, de dire "malnutrition protidique". En pratique, malnutrition et dénutrition sont étroitement associées. On observe toujours une dénutrition globale azoto-calorique plus ou moins particularisée par une malnutrition plus spécifique. La carence en protides (nutriments plastiques par excellence) est en toute circonstance la charpente autour de laquelle s'édifie l'état de dénutrition.

• Circonstances d'apparition

Les circonstances qui font naître une dénutrition protidique sont nombreuses, il peut s'agir d'une prédominance de l'insuffisance d'absorption ou d'assimilation, ou d'une prédominance d'une spoliation azotée excessive, ou enfin, en ce qui nous concerne plus particulièrement, d'une prédominance de l'insuffisance d'apport. Dans ce cas, il s'agit d'une malnutrition protidique, carence protéinique dont les manifestations cliniques seront favorisées par l'accentuation du déficit calorique global.

• Symptomatologie

On y distingue des signes généraux, des signes fonctionnels, des signes physiques et des signes biologiques.

- Signes généraux

L'amaigrissement est le signe majeur (on saura se méfier de l'oedème trompeur). Les compartiments corporels sont inégalement touchés par la dénutrition. La masse plasmatique est réduite à peu près dans la proportion du poids. La masse extra-cellulaire est augmentée alors que la masse grasse diminue. La dénutrition, même en l'absence d'oedèmes visibles, présente une hyperhydratation extra-cellulaire.

Le foie, les reins, l'hémoglobine sont très réduits. L'atteinte du squelette porte sur la trame protéique et le capital minéral. La dénutrition protidique prolongée entraîne une réduction anatomique et fonctionnelle des glandes endocrines.

L'état thermique est fonction de l'absence de l'infection ou non.

- Signes fonctionnels

L'asthénie est la règle, c'est le premier et le plus constant des signes de la dénutrition. Il s'agit d'une fatigue pathologique, habituelle dans tous les états cataboliques.

L'anoréxie peut être observée, cela n'est paradoxal qu'en apparence, et se trouve expliqué par l'atonie digestive, motrice et sécrétoire.

- Signes physiques

La langue : reflet de la muqueuse digestive, est dépapillée sur une plus grande surface, les crevasses apparaissent lorsque l'état de dénutrition se prolonge.

La peau est sèche, squameuse, infiltrée parfois d'oedème.

Le faciès : le regard est singulièrement brillant, les conjonctives sont pâles.

- Signes biologiques

Le stigmate biologique le mieux connu de la dénutrition protidique est la baisse du taux des protéines

plasmatiques portant électivement sur l'albumine. Le taux d'hémoglobine est un stigmate plus sérieux.

2 - Anémies nutritionnelles.

Les anémies nutritionnelles, dans la génèse desquelles, intervient, une carence protéique compliquée souvent par des carences vitaminiques et minérales.

Le syndrome anémique s'intègre, en fait, dans ce syndrome général de dénutrition plus ou moins prononcé.

En effet, l'anémie est en grande partie responsable de la mauvaise santé, diminue la productivité et provoque des accidents lors de la mise bas. Le maintien d'une irrigation optimale dépend de l'aptitude de l'organisme à remplacer continuellement un certain nombre de globules rouges par d'autres bien constitués et renfermant suffisamment d'hémoglobine.

Plusieurs substances sont indispensables pour cela : fer, phosphore et certaines vitamines.

Dans le cas de carence protéinique prolongée on assiste à des troubles de division des cellules souches des globules rouges, ce qui entraîne une anémie de type central, c'est une anémie hyperchrome, macrocytaire avec mégaloblastose médullaire.

3 - Ostéoporose.

La nutrition est en rapport étroit avec les processus normaux de formation, de développement et de régénération des os, car le squelette n'est pas un édifice stable et inaltérable. Des modifications constantes s'opèrent, par lesquelles des substances minérales sont déposées sur une matrice protéique.

On sait que les os des jeunes animaux victimes d'une malnutrition protidique sont petits, malcalcifiés et très peu développés. L'ostéoporose se verra chez les jeunes, mais elle sera tragique chez la femelle qui accouche.

L'ostéoporose est due à une déficience de la trame protidique de l'os et aura son plein développement chez la femelle gestante ou en lactation.

III - NUTRITION AZOTÉE ET INFECTION.

Les rapports entre la malnutrition et les infections sont certains, encore qu'ils soient difficilement définissables.

Les infections provoquent-elles directement une malnutrition en endommageant l'intestin à tel point qu'il devient inapte à absorber les nutriments nécessaires, ou au contraire la malnutrition en affaiblissant l'individu fait-elle le lit du parasitisme et de l'infection ? La plupart des expérimentateurs sont d'accord pour ce dernier argument, car souvent, il suffit de supprimer la malnutrition par un régime approprié pour que l'organisme devienne plus résistant au parasitisme et à l'infection.

En effet, comment un organisme carencé en globuline support de l'immunité pourrait-il lutter efficacement contre l'infection ! Ceci est une justification, s'il en est encore besoin, de la lutte contre la malnutrition.

IV - ALIMENTATION AZOTÉE ET STÉRILITÉ.

L'alimentation joue un rôle important dans l'apparition de la stérilité temporaire ou définitive. Les troubles des fonctions de reproduction peuvent être dus à une alimentation défectueuse soit en quantité soit en qualité.

1 - Au point de vue de la quantité.

L'excès comme l'insuffisance est nuisible à la fécondité. Pour RICHTER (1943), il n'y a pas de doute qu'une nourriture insuffisante amène un hypofonctionnement ovarien. Les privations exercent une influence semblable à une maladie aiguë. Chez le jeune animal le développement des fonctions sexuelles varie avec l'état de nutrition.

ZIEGER (1942) estime à 8% le taux de stérilité par famine pendant la guerre.

RICHTER (1943) a constaté que le taux des brebis fécondées est tombé pendant la guerre de 90% à 60%. Les recherches de STEFKO ont donné des résultats semblables : l'insuffisance de nourriture poussée jusqu'à la famine

peut provoquer chez le mâle aussi bien que chez la femelle de graves altérations des glandes sexuelles.

Mais si l'insuffisance de nourriture est préjudiciable à la fécondité, l'excès n'est pas moins dangereux. Dans les élevages modernes, il faudra attribuer une signification importante, dans la stérilité, à la suralimentation, surtout chez les mâles reproducteurs.

2 - Au point de vue de la qualité.

Il ne suffit pas que l'aliment soit rationnellement réglé en quantité. Il doit, en outre, apporter les acides aminés indispensables pour avoir une composition convenable. Ici aussi, la qualité des protéines a au moins autant d'importance que la quantité.

CONCLUSION :

On peut conclure, au terme de cet exposé, que les progrès de nos connaissances sur les maladies de la nutrition contribueront à modifier, pour le plus grand bien de notre élevage, nos méthodes actuelles d'hygiène et de prophylaxie, en accordant au terrain l'importance qui lui convient et qui est bien supérieure à celle que l'on a trop tendance à attribuer à l'agent causal.

En effet, l'absence d'un ou plusieurs acides aminés dans la ration, se traduit par des troubles carentiels plus ou moins accentués, plus ou moins graves ; notamment, arrêt de la croissance, sous-production,... et en fin de compte, diminution de l'état de résistance, et de réceptivité plus grande aux maladies infectieuses.

La farine de poisson apparaît comme un bon aliment pour le bétail susceptible par sa teneur élevée en matières azotées (55 à 70%) de haute valeur biologique et sa richesse en vitamine B 12, riboflavine, Ca, P, et certains oligo-éléments, de couvrir les besoins azotés des animaux et de valoriser les céréales. Elle apparaît également comme un facteur important dans la lutte contre la malnutrition de notre bétail et d'éviter les états de moindre résistance de l'organisme créés par la carence protidique.

***

DEUXIEME PARTIE

PRODUCTION ET COMPOSITION DES FARINES DE POISSON AU MAROC

CHAPITRE I

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA PRODUCTION DES FARINES DE POISSON AU MAROC

I-MATIÈRE PREMIÈRE :

1 - Origine zoologique

• Sardine marocaine : *Sardina pilchardus*

La sardine est de loin le poisson N° 1 au MAROC, ses prises représentant environ 90% des mises à terre annuelles pour l'ensemble des pêches maritimes.

Selon la classification de LOZANO (1950), la sardine marocaine atlantique appartient au phylum des vertébrés, à la super-classe des Gnathostomes, vertébrés à mâchoires articulées, à la classe des poissons, au super-ordre des Téléostéens, poissons à squelette osseux, à écailles élasmoïdes, à appareil branchial..., à la série des Physostomes, poissons à vessie natatoire, à l'ordre des Clupéiformes, au sous-ordre des *Clupeoidei*, à la famille des *Clupeidae*, poissons à nageoire anale courte, avec une seule dorsale.

• Bécasse de mer :

Au MAROC le terme bécasse de mer se réfère à plusieurs poissons, que généralement on considère comme appartenant à des espèces différentes, ils sont connus dans la littérature sous les noms scientifiques de :

Macrorhamphosus Scolopax (LINNE)
Macrorhamphosus Gracilis (LOW)
Macrorhamphosus Velitaris (PALLAS)

Les deux premiers poissons cités sont très courants au MAROC, le troisième y est très rare.

Ils appartiennent à la famille des *Macrorhamphosidae*, ordre des Aulostomiformes, super-ordre des Téléostéens, sous-classe des Actinopterygiens.

Ce poisson est connu dans le monde entier, mais n'a jusqu'à présent donné lieu à aucune exploitation industrielle sauf sporadiquement pour la fabrication de farine.

C'est en effet un poisson de très petite taille, difficile à manipuler, et tous les pêcheurs marocains, de Tanger à Agadir connaissent la bécasse de mer. Elle est pêchée involontairement par les chalutiers. Les pêcheurs n'aiment pas voir ce poisson dans leur chalut. En général les prises sont abondantes et il faut les rejeter en mer. Ce poisson par sa longue épine barbelée et par sa peau rugueuse est difficile à manipuler.

Il est pêché parfois volontairement par les sardiniers qui, en l'absence de sardine, le pêchent pour fabrication de farine.

2 - Quantités pêchées

L'année 1973 a connu l'extension de la zone de pêche de 12 à 70 milles marins. Elle a connu aussi la promulgation du nouveau code des investissements qui accorde des avantages particuliers aux investissements maritimes. Par ailleurs l'Office National des Pêches (O.N.P.) a entrepris dès 1972 un programme d'action important en vue d'améliorer la situation dans le secteur des pêches. Cette action consiste principalement à l'amélioration de la flotte.

Tous ces efforts ont porté leurs fruits, et le tonnage pêché en 1973 a atteint un niveau très élevé : 402 852 tonnes contre une moyenne de 250 000 tonnes pour les années précédentes. Les taux d'accroissement par rapport à 1972 sont de 65,7% en quantité et 76,7% en valeur. Le poisson industriel, comme pour les années précédentes, représente la grande partie du tonnage pêché (91,6%).

• La sardine

Ces données sont reprises des statistiques de pêche publiées dans le bulletin de l'I.P.M. (Institut des Pêches Maritimes) de 1962 à 1967. De 1968 à 1973 nous avons utilisé les totaux annuels de rendements journaliers des comptoirs d'agréages.

Les données sont représentées pour l'ensemble de la pêcherie, pour chacun des trois ports (Safi - Essaouira et Agadir) séparément, et pour le tandem Safi - Essaouira qui exploite une même zone (zone centrale) et sont complémentaires - un certain nombre de bateaux de Safi débarquent leur poisson à Essaouira.

Les chiffres sont exposés dans le tableau I avec les totaux et les moyennes pour la période considérée.

Le graphique (fig. I) montre bien la complémentarité des deux ports, tout au moins jusqu'en 1970. A partir de 1971 l'évolution des captures de ces deux ports semble plutôt similaire. La pêche dans la zone centrale (Safi - Essaouira) est restée supérieure à la pêche d'Agadir jusqu'en 1968. Mais le décalage important ne s'est manifesté qu'à partir de 1971. En 1973 l'augmentation des captures par rapport à 1972 a le même taux à Agadir et dans la zone centrale (presque le double), la capture totale dépassant de 90 000 tonnes la pêche record de 1966.

. La bécasse de mer

Comme nous l'avons déjà signalé, les prises sont abondantes, mais la plupart du temps, sont rejetées à la mer, de ce fait nous n'avons pas de données sur les quantités débarquées.

Mais à partir des campagnes d'échosondage d'EL IDRISSI (bateau de recherche) on peut donner une première idée de l'ordre de grandeur du stock de bécasses. Nous pouvons affirmer sans crainte d'avancer un résultat trop fort, que la bécasse a été dans l'ensemble des eaux marocaines entre 2 à 5 fois plus abondante que la sardine entre Safi et Oued Massa pendant la campagne 1973. Ce qui, par comparaison avec la capture marocaine de sardines en 1973 pouvait représenter un potentiel de capture de bécasses qui était certainement supérieur à 700 000 tonnes.

ANNEE	AGADIR	SAFI	ESSAOUIRA	SAFI et ESSAOUIRA	TOTAL DE LA PECHERIE
1962	46 975	54 051	19 110	73 161	120 136
1963	42 633	67 664	8 782	76 446	119 079
1964	56 706	80 591	20 364	100 955	157 661
1965	69 238	61 693	22 528	84 221	153 459
1966	114 651	106 484	15 522	122 006	236 657
1967	72 151	109 704	14 742	124 446	196 597
1968	80 115	52 088	29 480	81 568	161 683
1969	86 775	53 935	23 391	77 326	164 101
1970	88 375	38 074	36 994	75 068	163 443
1971	113 759	34 647	17 592	52 239	165 998
1972	116 572	24 775	32 167	56 942	173 514
1973	216 929	49 820	58 444	108 264	325 193
Total de 12 saisons	1104 879	733 526	299 116	1 032 642	2137 521
Moyenne sur 12 saisons	92 073	61 127	24 926	86 053	178 126

TABLEAU I

CAPTURE EN TONNES DEPUIS 1962

(*Bulletin de l'Institut des Pêches Maritimes du MAROC juin 1974*)

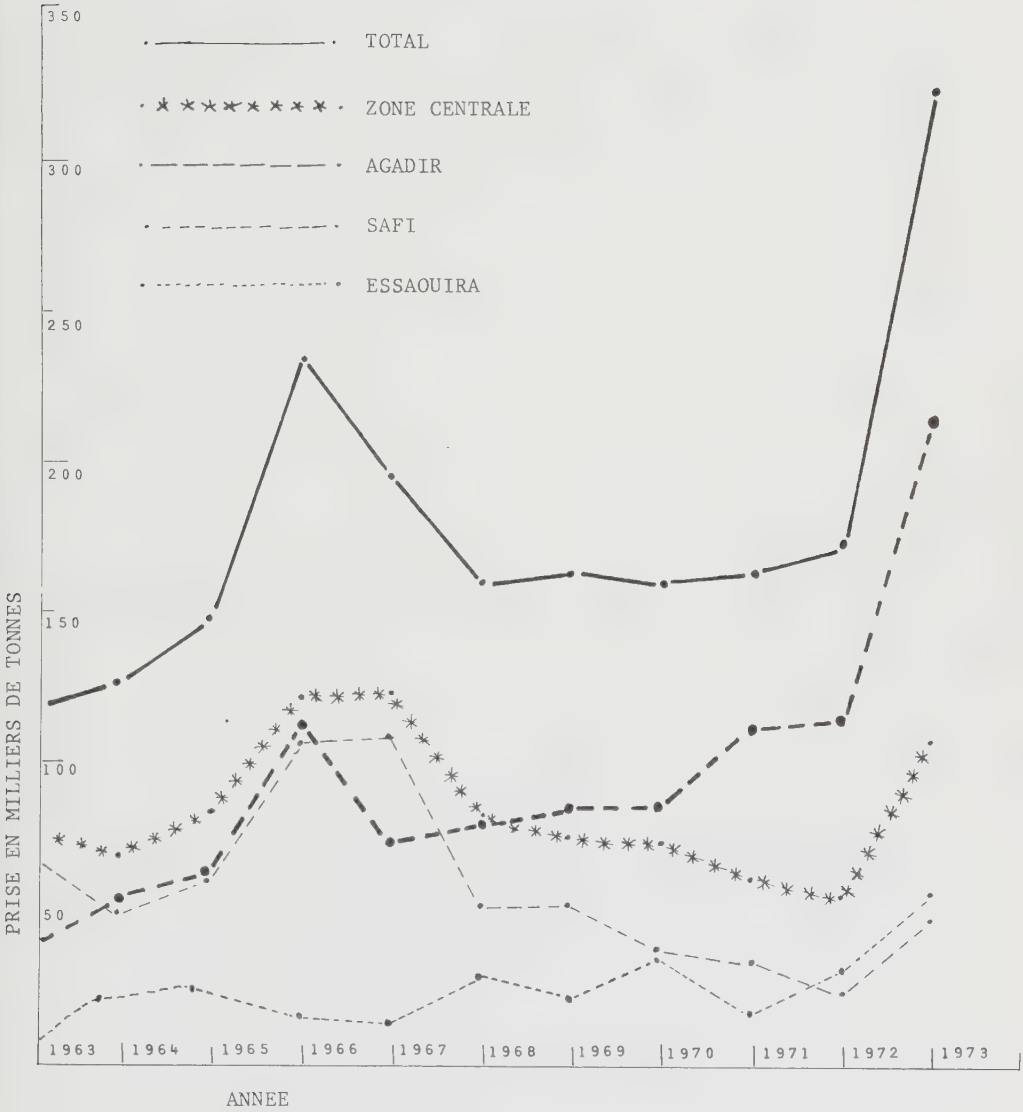

FIGURE I

PRISES ANNUELLES DE SARDINES EN ATLANTIQUE

(Bulletin de l'Institut des Pêches Maritimes du MAROC, juin 1974)

3 - Quantité utilisée pour la fabrication de farine de poisson

Le poisson "blanc" est destiné, entièrement à la consommation en frais. Le poisson "bleu" est destiné à concurrence de 75,80% environ aux industries de transformation qui se répartissent comme suit :

	1971	1972	1973	
La conserve	78 095	79 148	103 089	(tonnes)
Les sous-produits	71 333	93 037	204 916	(tonnes)
La congélation	13 611	10 154	16 766	(tonnes)

Ce tableau montre l'importance de l'industrie des sous-produits des pêches qui absorbe 38,75% du tonnage des produits de mer débarqués.

Les farines proviennent soit des poissons en entier, soit des déchets de poisson. Cette origine n'est pas sans influence sur leur composition et leur efficacité alimentaire.

4 - Place du MAROC dans la production mondiale des farines de poisson

La production mondiale annuelle qui était de 585 milliers de tonnes en 1948, a dépassé en 1971 tous les records antérieurs, avoisinant 5 millions de tonnes (malgré un recul de la production du Pérou).

Deux chiffres qui nous permettent d'apprécier l'essor pris par cette industrie (cf. tableau II). Le Pérou vient en tête avec près de 2 millions de tonnes, le Japon a produit 770 milliers de tonnes mais il consomme la totalité de sa production, tandis que le Pérou l'exporte presque entièrement.

Plus significative encore est la quantité de poisson (exprimée en pourcentage) transformé en farine sur le plan mondial (cf. tableau III). La pêche a trouvé un débouché très important en même temps qu'une autre forme de conversion et de conservation de ses produits.

ANNEE		1966	1967	1968	1969	1970	1971
MEMBRES DE LA F.A.O.	PEROU	1470	1816	1922	1610	2253	1934
	CHILI	194	131	187	130	163	213
	AFRIQUE DU SUD	258	345	469	406	303	272
	ANGOLA	55	44	55	88	60	63
	NORVEGE	422	491	402	309	350	983
	ISLANDE	182	113	53	68	68	64
AUTRES PAYS EXPORTATEURS	DANEMARK	125	149	223	187	187	235
	CANADA	90	89	124	115	122	91
	MAROC	27	33	20	24	23	14
AUTRES PAYS PRODUCTEURS	JAPON	375	445	466	450	665	770
	U.S.A.	202	168	185	220	230	260
	U.R.S.S.	238	300	350	350	350	400
	ROYAUME-UNI	83	80	89	85	85	85
	R.F.A.	75	72	70	70	70	80
	DIVERS	130	120	160	160	160	170
Total mondial		3926	4396	4775	4272	5089	5634

TABLEAU II

PRODUCTION MONDIALE DE FARINES DE POISSON
EN MILLIERS DE TONNES
(Chiffres de l'I.A.F.M.M. 1972)

1938	8,1 %
1958	13,0 %
1964	29,0 %
1968	35,0 %

TABLEAU III

POURCENTAGE MONDIAL DE POISSON TRANSFORMÉ EN FARINE
(Chiffres de l'I.A.F.M.M. 1972)

Le MAROC occupe une place assez modeste à l'échelle mondiale. Sa production record a été enregistrée en 1973 avec 40 000 tonnes, mais la quasi-totalité de la production, 85% soit près de 34 000 tonnes est exportée par l'intermédiaire de l'O.C.E. notamment vers la France, l'Allemagne Fédérale et l'Europe de l'Est.

Sur le plan africain le MAROC occupe une place non négligeable, en fournissant 6% de la production totale de ce continent.

Au point de vue de la qualité nutritionnelle des farines de diverses origines, on classe les pays producteurs dans l'ordre suivant sur le marché européen :

1 - NORVEGE - DANEMARK
2 - PEROU - CHILI
3 - MAROC
4 - ANGOLA

5 - Composition chimique des poissons utilisés pour la fabrication de farines de poissons au MAROC

Comme on vient de le signaler, les farines proviennent soit de poisson en entier dont la nature varie en fonction du lieu et de la saison de pêche d'une part, de l'âge et du sexe du poisson d'autre part, soit de déchets de poisson.

a - Poissons entiers

Ici il faut distinguer d'un côté le poisson invendu et le poisson non absorbé par l'industrie de conserve pendant la période de surabondance, et de l'autre côté le "faux poisson".

Le poisson invendu est représenté par la sardine non usinable ou abattement, c'est une matière première de choix.

Mais c'est une source d'approvisionnement incertaine et irrégulière qui tend à s'amenuiser avec les techniques de pêche et de préconservation du poisson à bord. Celles-ci sont fortement stimulées par le service d'inspection sanitaire.

Le "faux poisson" représenté surtout par la bécasse de mer : se sont des poissons impropres à la consommation ou invendables à l'état actuel. Cette bécasse qui est une matière première de choix pour l'industrie des sous-produits, était jusqu'à présent rejetée à la mer en quantité considé able. Actuellement, en raison de son abondance, il semble intéressant d'effectuer quelques recherches sur la biologie, les techniques de pêche et les techniques de transformation qui permettraient de mettre en exploitation cette ressource.

a-1 Sardine

La composition biochimique de la sardine varie dans la chair ou dans les viscères selon :

- La saison de pêche
- L'âge du poisson
- Le sexe du poisson
- Le lieu de pêche

• Eau

La teneur en eau varie selon l'âge, la saison et la région.

Selon l'âge : Jeune : 55 à 60%
Adulte : 72 à 76%
Donc elle augmente chez les adultes.

Selon la saison : mois de juin : 72%
mois de novembre : 60 - 61%
Elle augmente en période d'amaigrissement et diminue en période d'engraissement.

Selon le lieu : à la même époque
Safi : 65,34%
Agadir : 69,28%

• Matières grasses

De même, cette teneur en matière grasse varie selon l'âge, la saison et le lieu.

Selon l'âge : En raison de la croissance qui est incompatible avec la constitution de réserves, l'engraissement de la sardine est nul la première année, par contre il se manifeste après la première ponte.

Selon la saison : Pendant les mois de décembre à juin, les sardines sont pratiquement dépourvues de graisses viscérales : la reproduction en est la cause principale, de plus pendant cette période les disponibilités alimentaires sont minimes.

Selon le lieu : Agadir : 11,15% (cf. tableaux IV et V).
Safi : 14,80%

Cette teneur en lipides permet de considérer, du point de vue commercial, la sardine (famille des *Clupeidae*) comme un poisson dit "gras" où les réserves graisseuses sont réparties dans tous les tissus. Par opposition au poisson dit "maigre" renfermant moins de 1,5% de matières grasses dans les muscles, celles-ci étant principalement accumulées dans le foie (morue, merlu, merlan).

Cette variation de teneur en matières grasses détermine le choix du procédé de fabrication des farines utilisées au MAROC, nous y reviendrons.

• **Matières protidiques**

La teneur en matières protéiques brutes (N × 6,25) de la sardine à l'état frais varie selon le lieu et la saison de la pêche.

Selon le lieu : Safi : 15,40% (cf. tableaux IV et V)
Agadir : 15,72%

Selon la saison : mois de juin : 18,75%
mois de septembre : 16,10%

Les matières azotées comprennent des protides et d'autres substances comme les sels ammoniacaux, les amines volatiles, les bases puriques, l'urée. Qu'elle en est la répartition ?

Azote protéique

Pour la sardine : N. total : 2,85
N. protéique : 2,48

$$\frac{\text{N. protéique}}{\text{N. total}} \times 100 : 87$$

	Région d'Agadir (p. 100)	Région de Safi (p. 100)
Eau.....	68,30	65,10
Matières grasses..	11,15	14,80
Protéines brutes (N × 6,25).....	15,72	15,40
Extractif non azoté	1,31	1,25
Matières minérales	3,52	3,45

TABLEAU IV

COMPOSITION CHIMIQUE BRUTE DE LA SARDINE ENTIÈRE

	Région d'Agadir (p. 100)	Région de Safi (p. 100)
Eau.....	69,23	65,24
Matières grasses..	9,85	13,40
Protéines brutes (N × 6,25).....	17,30	17,65
Extractif non azoté	1,15	1,48
Matières minérales	2,57	1,43

TABLEAU V

COMPOSITION CHIMIQUE BRUTE DE LA PARTIE COMESTIBLE

J.B. de GERO. Institut des Pêches maritimes du MAROC, 1961.

Comme on peut le remarquer, la fraction non protéique est de l'ordre de 13 à 15% : valeur normalement rencontrée pour les poissons osseux.

Composition en acides aminés : L'efficacité alimentaire d'une protéine vis-à-vis d'une espèce animale est d'autant plus élevée que sa composition se rapproche davantage de la composition moyenne des protéines de l'espèce envisagé. La recherche de la teneur en acides aminés s'avère indispensable. Nous donnons dans le **tableau VI** les résultats obtenus par le laboratoire de recherches et de diagnostic de Casablanca.

Du point de vue des acides aminés indispensables, le poisson réalise en nombre et en équilibre entre ces acides, un des meilleurs apports connus à ce jour.

Azote non protéique

La quantité observée est plus importante que dans la viande à l'état frais. Elle s'accuse rapidement dans de mauvaises conditions de conservation.

L'ammoniaque se trouve au taux d'environ 17mg d'azote par kg dans le muscle frais de la sardine. L'urée est en quantité infime, de l'ordre de 0,003%. On trouve en plus de la créatinine et des traces d'histamine dont le pourcentage s'élève au fur et à mesure du vieillissement des poissons.

• **Les glucides**

La teneur en glucides dans la chair de sardine est de l'ordre de 1,2%.

	*E_1	E_2	E_3
Lysine totale	7,4	7,4	6,9
Lysine disponible	6,3	6,3	5,9
Isoleucine	4,0	4,1	4,2
Leucine	6,5	6,6	6,6
Valine	4,8	4,9	5,0
Méthionine	2,7	2,7	2,7
Cystine	0,84	0,85	0,89
Thréonine	3,9	3,9	4,0
Tryptophane	1,00	1,02	1,02
Phénylalanine	3,6	3,6	3,7
Histidine	2,2	2,2	2,1
Arginine	5,2	5,2	5,1
Tyrosine	3,0	3,1	3,1
Acide aspartique	8,2	8,3	8,6
Acide glutamique	11,6	11,7	11,8
Glycine	5,0	4,8	4,8
Alanine	5,1	5,1	5,3
Proline	3,8	3,8	3,7
Sérine	3,9	3,9	3,9

*E : Echantillon
E_1 : Echantillon 1
E_2 : Echantillon 2
E_3 : Echantillon 3

TABLEAU VI

COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS
(g pour 100g de protéines)

Laboratoire de Recherches et de Diagnostic de Casablanca, 1971.

• Matière minérale et oligoéléments

Les variations des cendres sont les plus minimes entre tous les composants. La teneur des cendres dans la sardine entière est de l'ordre de 3,05 à 3,52%.

Macroéléments (g pour 100g de sardine fraîche)	
Ca	0,16
P	0,14
Na	0,112
K	0,255
Cl	0,33
Mg	traces
Oligoéléments (mg par kg de sardine fraîche)	
Fe	34,4
Co	0,657
Cu	1,89
Zn	traces
I	6,78
Se	0,024
F	16,3
Hg	0,3

TABLEAU VII

COMPOSITION EN MATIÈRES MINÉRALES
DE LA PARTIE COMESTIBLE
DE LA SARDINE FRAÎCHE

(J.B. de GERO. *Institut des Pêches maritimes du MAROC, 1966*)

• Vitamines

A l'exception de la vitamine C, le poisson contient toutes les autres vitamines hydro et liposolubles.

Vitamines	Teneur en mg par kilo de sardine fraîche
Thiamine (B_1)	0,5 - 0,7
Riboflavine (B_2)	5 - 6
Pyridoxine (B_6)	2,7 - 3,0
Vitamine B_{12}	0,2 - 0,26
Vitamine PP	400 - 510
Acide pantothénique	40 - 45
Vitamine A	30 - 40
Vitamine D	0,35 - 0,45
Vitamine E	35 - 45

TABLEAU VIII

TENEUR DE LA SARDINE FRAÎCHE EN VITAMINES

(J.B. de GERO - Institut des Pêches Maritimes du MAROC, 1961)

a-2 Bécasse de mer

Enfin, signalons quelques résultats d'analyse chimique de la composition de la bécasse de mer.

Teneur en matière grasse : 14,40% en novembre 1973
3,26% en janvier 1974

La teneur en protéines : est relativement faible, environ 14% dans toutes les analyses.

	Bécasse rouge *M. Scolopax* (27 - 10 - 73)	Bécasse noire *M. Gracilis* (08 - 10 - 73)	*M. Velitaris* (08 - 10 - 73)
Eau	66,80	71,67	72,75
Matières minérales	3,33	6,31	5,50
Protéines brutes	13,64	16,62	15,87
Lipides	14,40	5,02	4,67

TABLEAU IX

COMPOSITION CHIMIQUE BRUTE DE LA BÉCASSE DE MER

(g% de poisson frais)

(*Institut des Pêches Maritimes du MAROC, 1974*)

La farine obtenue à partir de bécasse aura un taux de protéines plus faible que celle qui sera obtenue à partir de la sardine.

b - **Déchets de poisson**

Au MAROC on estime à 25 - 30% la proportion des déchets par rapport au poids total. Leur récupération est mise en valeur par un certain nombre de problèmes qui sont essentiellement liés au caractère saisonnier de l'industrie de conserve de poisson et aussi à la grande altérabilité des poissons.

Les déchets de conserverie sont constitués par les têtes, les écailles, les squelettes, les viscères et d'autres parties pauvres en tissu musculaire.

Les tableaux X et XI donnant la composition chimique brute de la tête et des viscères, on peut conclure que ces déchets ne se prêtent pas à la fabrication de farines riches en matières protéiques. Leur richesse en acides aminés est toutefois acceptable à condition que les déchets soient collectés et traités dans un état de fraîcheur absolue.

	Région d'Agadir (p. 100)	Région de Safi (p. 100)
Eau	69,05	69,07
Matières grasses	9,85	10,90
Protéines brutes (N × 6,25)	15,00	14,30
Extractif non azoté .	0,60	0,83
Matières minérales ..	5,50	4,90

TABLEAU X

COMPOSITION CHIMIQUE BRUTE DE LA TÊTE

(g pour 100g de tête fraîche)

	Région d'Agadir (p. 100)	Région de Safi (p. 100)
Eau	66,53	59,25
Matières grasses	14,60	18,75
Protéines brutes (N × 6,25)	15,85	18,49
Extractif non azoté ..	0,65	1,06
Matières minérales ..	2,57	2,45

TABLEAU XI

COMPOSITION CHIMIQUE BRUTE DES VISCÈRES

(g pour 100g de viscère frais)

J.B. de GERO. Institut des Pêches Maritimes du MAROC, 1961.

II - INFLUENCE DE L'ÉTAT DE FRAÎCHEUR DE LA MATIÈRE PREMIÈRE SUR LE PRODUIT FINAL.

La sardine est une denrée facilement périssable à la température ordinaire, par suite, d'une part, de l'importance de la fraction lipidique, protidique et hydrique, et d'autre part par la contamination microbienne au cours des nombreuses manipulations : embarquement, débarquement et transport de poisson.

Ainsi pour permettre une fabrication continue de la farine est-il logique de réaliser le stockage suffisant du poisson et de leurs déchets. Mais cela entraîne des problèmes de conservation souvent difficiles à résoudre.

1 - Altération des protides

Les nombreux germes prolifèrent si les conditions de stockage sont mauvaises. Ils entraînent la formation de produits ammoniacaux parfois toxiques pour les animaux. Des ferments issus de cellules vivantes, en particulier l'uréase ; actifs même à basse température, transforment une fraction de la matière protéique en dérivés ammoniacaux.

L'altération des protides pendant le stockage a pour conséquence :

- Diminuer le rendement en farine.
- Diminuer la valeur alimentaire des farines par l'apparition des produits azotés inférieurs, et de qualité biologique secondaire sinon nulle.
- De faire apparaître des corps toxiques.

2 - Altération des lipides

Les phosphatides et les glycérides, présents dans les huiles de poisson, sont riches en acides gras hautement insaturés (avec 5 ou 6 doubles liaisons).

Il se produit :

- Des péroxydes par fixation de l'oxygène de l'air sur les doubles liaisons des acides gras non saturés, donnant des composés à fonction carbonyle responsable de l'odeur et de la saveur.

- Une acidification des tissus par les lipases.

3 - Altération de la couleur

Les altérations de couleur de la chair de poisson résultent des modifications de l'état d'oxydation de l'hémoglobine.

4 - Altération de la saveur

La perte des principes sapides naturels de la sardine semble être due à l'oxydation des constituants chimiques porteurs de cette saveur. A cela il faut ajouter l'apparition de saveurs anormales dues en particulier aux phénomènes de rancissement.

CONCLUSION :

Pour remédier à ces inconvénients, l'O.N.P. en collaboration avec l'O.C.E. se sont attaqués à tous ces problèmes en cherchant à diminuer au maximum la contamination microbienne du poisson au cours des manipulations par l'installation sur la quasi-totalité des sardiniers "power blocks" c'est-à-dire d'engins mécaniques de relevage des filets et par l'installation de pompes sur les quais pour accélérer les déchargements du poisson. Ainsi, à Agadir, 3 pompes fonctionnent actuellement.

En plus, la plupart des usines de farine font appel à des produits frais et les traitent rapidement afin de provoquer une déshydratation intense et inhiber les actions diastasiques néfastes.

*
* *

CHAPITRE II

LES TRAITEMENTS INDUSTRIELS ET LEURS INFLUENCES SUR LA QUALITÉ DES FARINES DE POISSON

I - LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE PRÉPARATION

On peut agir sur les techniques de préparation mais on ne peut agir sur la composition des farines en rapport avec l'origine des poissons. En effet, les protides de poisson sont très sensibles aux actions thermiques et, les méthodes de préparation auront une influence importante sur la qualité des farines.

1 - Procédé utilisé au MAROC : Extraction par voie humide.

Voir Diagramme de l'usine S.O.N.A.F.A.P.

Dans son principe le procédé utilisé au MAROC et dans la plupart des pays producteurs de farines de poisson n'a pas varié depuis plus d'un demi-siècle, sauf exceptions encore rarissimes qui apparaissent depuis quelques années et que nous allons voir plus loin.

Les sardines passent dans un diffuseur à vapeur où elles subissent la cuisson. Cette matière première, une fois cuite, est pressée dans des pressoirs qui séparent la pulpe (Press-cake) du jus (eau et matières grasses).

Cette pulpe, titrant environ 50% d'eau, est envoyée dans un dessiccateur rotatif pour abaisser le taux d'humidité à moins de 11% (Décision N° 5456 O.C.E. 2 du 13 décembre 1957).

Les miettes desséchées sont dégraissées par lavages successifs dans un solvant à base d'alcool éthylique.

Après le dégraissage, a lieu la dessiccation sous vide à une température inférieure à 80°C (qui n'est pas toujours le cas) pour éviter une dénaturation des protéines.

La masse séchée est réduite en poudre par broyage, puis tamisée, et la farine en résultant est emballée dans des sacs de polyéthylène de 25kg.

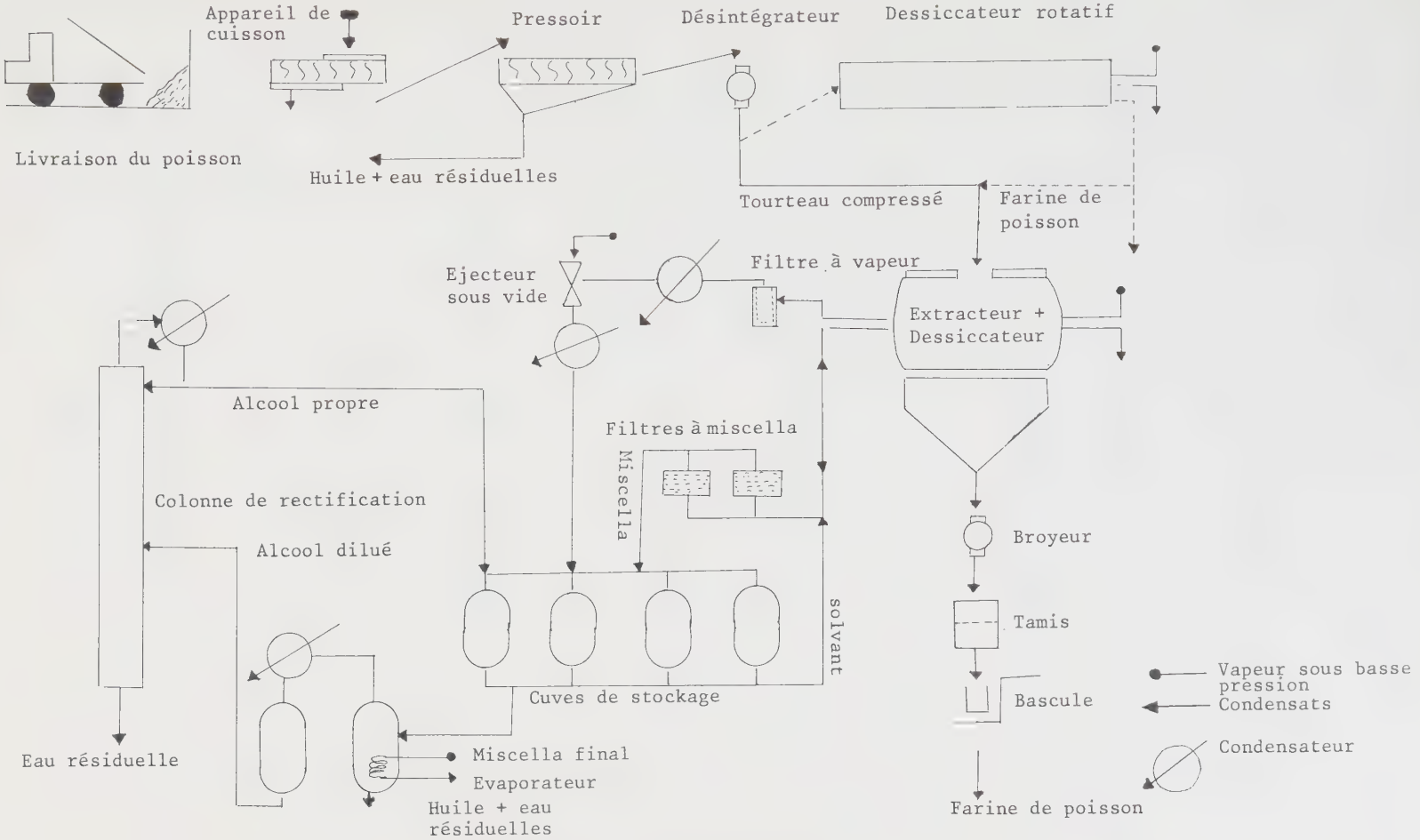

DIAGRAMME DE L'USINE SONAFAP

Les eaux des presses ou eau de colle qui contiennent environ 20% de la substance sèche du poisson : particules de protéine, des acides aminés libres dont le glycocolle (13% de la protéine), des sels dissous, la matière grasse et des vitamines dont la vitamine B_{12} ; sont d'abord épurées par passage sur des filtres à miscella, puis dégraissées.

Le jus hydrosoluble concentré et réincorporé avant le séchage définitif des farines, on obtient ainsi la farine entière ou la farine complète ou alors, elles sont concentrées sous vide pour donner une masse pâteuse appelée soluble de poisson ou "Fish soluble".

Une technique utilisée pour différencier une farine normale d'une farine entière consiste à doser la teneur en vitamine B_{12}.

Plus loin on verra tout l'intérêt d'une farine entière par rapport à une farine normale.

2 - Autres procédés

a - Extraction par voie sèche

Poisson et déchets sont soumis à une dessiccation par chauffage indirect à la vapeur. Le traitement de la matière première ne donne pas lieu à la production d'eau de colle et la farine qui en résulte contient toute la matière grasse. Puis cette farine est dégraissée la plupart du temps par des solvants.

Ce procédé ne peut être valable que pour les poissons maigres ; pour les poissons gras il présente beaucoup d'inconvénients dont les plus importants sont :

- nécessité d'un équipement coûteux
- pour une production égale, il entraîne une consommation plus importante d'énergie.
- les huiles qu'il donne sont d'une valeur marchande inférieure car elles sont fortement colorées.

b - Traitement enzymatique à froid

Après broyage de la chair du poisson en une pâte fluide, on y ajoute deux types de préparations enzymatiques extraites de cultures bactériennes, l'une réservée

aux poissons gras et l'autre aux poissons maigres.

Ce traitement enzymatique à froid permet la liquéfaction de la masse et sa séparation du corps gras par centrifugation. Ce qui permet l'obtention d'une farine de poisson de haute valeur nutritive, et exempte d'odeur et d'arrière goût indésirable.

c - Traitement à la chaux

Ce procédé consiste en premier lieu à ajouter de la chaux vive ou éteinte à la matière première à raison de 5%. Le mélange ainsi obtenu est broyé et passé à travers un tamis. Le produit qui en résulte est séché, puis broyé en farine.

d - Traitement par fermentation avec le lait

Les poissons préalablement broyés sont mélangés avec du babeurre dégraissé à raison de 10 g par kg de poisson broyé.

L'ensemble est soumis à une fermentation durant 4 heures, tout en maintenant le pH entre 4,5 et 5, la température entre 30° et 35°C. Le produit ainsi obtenu est pressé, séché et broyé en farine.

II - INFLUENCE DU TRAITEMENT SUR LA QUALITÉ DES FARINES

De nombreux travaux ont été effectués afin de montrer l'influence du traitement sur la qualité des farines. Les techniques et les méthodes expérimentales sont tantôt fondées sur le bilan azoté, tantôt sur l'étude de croissance.

Ces tests, s'effectuent soit sur micro-organismes (méthode microbiologique) soit sur animaux de laboratoire (méthode des bilans et méthode des poids). Nous nous contenterons d'en donner les résultats pour ne pas surcharger notre exposé.

1 - Influence de l'extractif hydrosoluble, du mode de séchage et de la chaleur

a - L'extractif hydrosoluble :

La farine de poisson est une source d'acides aminés indispensables et secondairement d'énergie, de minéraux et de vitamines du groupe B. Cependant certains considèrent que la somme de ces facteurs ne suffit pas à expliquer les effets bénéfiques de la farine de poisson sur la croissance des animaux, ils admettent qu'elle possède des "facteurs de croissance encore indéterminés".

Toutes les expériences faites pour les isoler ont porté sur l'extractif hydrosoluble recueilli dans les eaux de colle (gain de croissance, action anti-stress sur les pondeuses, etc...). Ces résultats ont été obtenus, parce que probablement, l'extractif hydrosoluble était plus riche en vitamines B_{12} ou en oligo-élément (Sélénium notamment).

De ce fait les fabricants d'aliments composés qui achètent la farine entière sont assurés d'avoir le maximum d'éléments nutritifs contenus dans le corps du poisson.

b - Le mode de séchage des farines :

Pour une même farine ayant subi un traitement par voie sèche ou par voie humide, la hiérarchie dans l'efficacité protéique et dans la digestibilité s'établit dans l'ordre décroissant suivant :

- Farine séchée sous vide.
- Farine séchée sous vapeur.
- Farine séchée à la flamme.

c - La chaleur

En raison de la labilité particulière de certains amino-acides essentiels en particulier la lysine, la conduite du traitement thermique est prépondérante. L'influence de l'intensité du chauffage sur l'efficacité des protéines de la farine de poisson a été mise en évidence par de nombreux travaux dont nous nous contenterons de donner les résultats.

Après un chauffage à des températures atteignant 145°C, on assiste à une diminution du taux des acides

aminés notamment de la lysine, de la méthionine et de l'arginine. Cette diminution a atteint 75% de leur valeur initiale (CARPENTER et Coll. 1962).

En général la détériorisation des protéines alimentaires sous l'effet de la chaleur est attribuée à la réaction de Maillard. Il se produit une condensation entre les groupements aminés des amino-acides et les groupements aldéhydes ou cétoniques des sucres, suivie de processus complexes qui aboutiraient à la formation des mélanoïdes. Il s'ensuivrait une dénaturation et une destruction de certains acides aminés.

ABRAHAM et Coll. (1963) proposent une classification des farines en fonction de la température du traitement :

- Farines traitées à 60 - 90°C : appartiennent au groupe de bonnes farines.
- Farines traitées à 130°C sont d'efficacité beaucoup moindre.

On peut conclure que les traitements thermiques sévères détériorent d'une manière importante certains amino-acides, en particulier la lysine qu'ils transforment en lysine indisponible, ce qui donne des farines d'efficacité nettement inférieure au but recherché.

2 - Influence du solvant :

Au MAROC le solvant utilisé est à base d'alcool éthylique, qui donne des farines de qualité nutritive moindre que celles préparées à l'isopropanol.

Néanmoins l'extraction des farines par certains solvants en particulier l'isopropanol, le chloroforme et le mélange chloroforme - méthanol, a montré qu'ils étaient toxiques pour le rat par la suite de leur teneur en chlore. Cette toxicité disparaît par une extraction à l'éther et non par un chauffage prolongé.

*
* *

CHAPITRE III

LES CARACTÉRISTIQUES DES FARINES DE POISSON PRODUITES AU MAROC

Comme nous l'avons déjà signalé, la composition des farines de poisson est essentiellement variable. Nous avons analysé les principaux facteurs de variation. On peut cependant s'attendre à retrouver dans la farine la majeure partie des tissus frais du poisson.

La farine de poisson fabriquée au MAROC est de bonne qualité : elle renferme de 55 à 70% de protéines brutes. Cette haute qualité est le résultat des normes imposées par l'Office du Commerce Extérieur (O.C.E.) aux différents fabricants pour avoir le droit d'exporter leur marchandise. En effet la décision N° 5456 prise par l'O.C.E. le 13 décembre 1957 définit les différents caractères physiques et chimiques des farines de poisson destinées à l'exportation.

I - CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES

Les farines de poisson destinées à l'alimentation animale doivent présenter les caractéristiques organoleptiques suivantes :

Aspect : homogène, sans traces de moisissures ni de fermentation.

Couleur : claire ou au plus brun clair.

Odeur : *suis generis*, sans trace d'émanation ammoniacale. Il est cependant toléré des traces d'azote ammoniacal dans la proportion maximum de 0,1% du poids rapporté à la matière sèche.

Mouture : fine, telle qu'elle passe dans le maille 14,5 avec tolérance de 5% passant à la maille 10.

II - COMPOSITION CHIMIQUE

La farine de poisson est habituellement une bonne source d'énergie, d'acides aminés, de vitamines et de minéraux.

. Sardine

1 - Energie

La valeur énergétique est variable et dépend surtout de la teneur en huile et en protéines de la farine.

D'après BIELY et MARCHE (1964), l'énergie métabolisable est de l'ordre de 3300 kcal par kg. de matière sèche pour une farine de sardine, alors qu'elle n'est que de 2400 kcal pour une farine blanche de poisson.

2 - Protides

. *Aspect quantitatif*

Les farines de poisson produites au MAROC doivent contenir au minimum 55% de matières protéiques brutes (Décision n° 5456).

On peut classer les farines marocaines en catégories, selon le pourcentage en protéines qui varie de 55 à 70% :

- taux de 55% de protéines .... 20% de la production
- taux de 65% de protéines .... 60% " " "
- taux de 65 à 70% de protéines .. 12% " " "
- taux de 70% de protéines .... 8% " " "

Ce qui distingue le poisson des autres aliments protidiques d'origine animale, c'est sa richesse en azote non protéique. Cette fraction azotée représente 9 à 18% de l'azote total dans la farine des Téléostéens 33 à 38% dans la farine blanche de poisson. Elle contient essentiellement des bases aminées et des acides aminés libres.

CALET et Coll. (1969) indiquent que ces substances déjà présentes dans le poisson vivant, augmentent au cours du traitement en raison de l'autolyse : les tissus sont plus ou moins liquéfiés et les protéines hydrolysées par les enzymes du tractus digestif avant la cuisson.

La teneur en azote ammoniacal toléré est de 0,1% maximum (décision 5456).

. Aspect qualitatif

Comparée aux autres protéines d'origine animale, la farine de sardine est caractérisée par sa déficience relative en acides aminés soufrés mais surtout par sa grande richesse en lysine. Le tableau XII donne la composition de 3 aliments. Pour compléter ce tableau nous avons emprunté la composition du sang en acides aminés à BLOCK et BOLLING (1951) ; les autres compositions nous ont été fournies par le Laboratoire de Recherches et de Diagnostic de Casablanca.

On peut conclure d'après les données fournies par ce tableau que la protéine brute de la farine de poisson peut avoir une digestibilité et une valeur biologique comparable et même supérieure à celle de la caséine. Cette valeur biologique est le fait de la teneur élevée en lysine et méthionine.

La teneur élevée en lysine et le bon équilibre des acides aminés essentiels que procure la farine de poisson réalisent la correction adéquate des subcarences majeures des céréales : Voir Tableau XIII - la supplémentation est idéale.

3 - Les lipides

Le taux des lipides dans les farines de poisson varie d'une manière relativement importante. Les variations sont en effet fonction de l'espèce de poisson, de la saison, du lieu de pêche, et du traitement industriel subi. De ce fait l'O.C.E. par la décision 5456 a fixé à 12% maximum le taux de matières grasses dans les farines de poisson.

Ces matières grasses se différencient nettement des huiles végétales et des graisses provenant des mammifères ou des oiseaux. Ce sont des phosphatides et des glycérides à indice d'iode élevé (170 - 190).

Les acides gras totaux comprennent une fraction saturée évaluée selon MERAT (1950) à 15 - 23%. Ces acides saturés sont représentés essentiellement par l'acide palmitique.

La fraction désaturée comporte les acides polyéthéniques allant de C_{14} jusqu'à C_{22} et même C_{28}.

Protéine de l'oeuf**	Acides aminés	Farine de poisson*	Farine de viande**	Farine de sang**
6,4	Arginine	6,83 ± 0,4	5,8	4,2
2,1	Histidine	1,96 ± 0,2	2,7	5,5
7,2	Lysine	8,28 ± 0,5	6,6 ± 0,6	8,8
4,5	Tyrosine	3,21 ± 0,3	2,8 ± 0,1	2,2
6,3	Phényla-lanine	4,01 ± 0,4	5,0	7,3
1,5	Tryptophane	0,97 ± 0,1	0,7	1,3
2,4	Cystine	0,86 ± 0,3	0,9	1,8
4,1	Méthionine	3,24 ± 0,3	2,0	1,1
4,9	Thréonine	4,33 ± 0,3	3,5	4,1
9,2	Leucine	7,33 ± 0,7	8,6	11,9
8,0	Isoleucine	4,37 ± 0,3	3,4	1,1
7,3	Valine	4,98 ± 0,5	5,4	7,7

TABLEAU XII

COMPARAISON ENTRE COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DE FARINES DE POISSON ET CELLE DE LA FARINE DE LA VIANDE, FARINE DE SANG ET DE L'OEUF ÉTANT PRISE COMME RÉFÉRENCE.

Calculée pour une teneur de 16g. d'azote.

(* *d'après BLOCK et BOLLING, 1951*)

(** *d'après le Laboratoire de Recherches et de Diagnostic de Casablanca, 1971*).

Acides aminés	Farine de poisson**	Tourteau de Soja*	Tourteau de Colza*	Tourteau d' Arachide *
Arginine	6,83 ± 0,4	7,6	6	11,4
Cystine	0,86 ± 0,3	1,6	2,7	1,4
Histidine	1,96 ± 0,2	2,75	2,7	2,35
Isoleucine	4,37 ± 0,3	5,1	4,2	3,8
Lysine	8,28 ± 0,5	6,6	5,3	3,4
Méthionine	3,24 ± 0,3	1,3	2,0	1,1
Phénylalanine	4,01 ± 0,4	5,4	4,1	5,5
Valine	4,98 ± 0,5	5,5	5,5	4,8
Matières azotées % M.S.	72	52	42,5	58

TABLEAU XIII

COMPARAISON ENTRE COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DE FARINES DE POISSON ET CELLE DU TOURTEAU DE SOJA, TOURTEAU DE COLZA ET DU TOURTEAU D'ARACHIDE.

Calculée pour une teneur de 16 g. d'azote.

(* *d'après PION et FAUCONNEAU, 1966*)
(** *d'après le Laboratoire de Recherches et de Diagnostic de Casablanca, 1971*)

Les acides des séries oléïques, linoléïques et linoléniques dans les chaînes désaturées des graisses de poisson, représentent des chaînes moléculaires à doubles liaisons.

Nous reviendrons sur les conséquences pratiques susceptibles de résulter de la nature et du taux relativement important des matières grasses.

4 - Minéraux

En fonction de l'origine de la matière première, on remarque que le rapport Ca/P varie selon qu'on s'adresse à une farine issue de chair de poisson désossée ou de déchets de poisson. Dans le premier cas, le rapport est de l'ordre de 0,2 à 0,3 donc insuffisant pour une ration alimentaire (déséquilibrée en faveur du phosphore). Dans le second cas, le rapport est plus satisfaisant et varie de 0,9 à 1,5 selon DOUTRE (1960).

La teneur maximum en chlorure de sodium est de 6% (décision 5456). La richesse en oligo-éléments est partiellement fonction de la teneur en soluble. En principe les farines de poisson contiennent des quantités appréciables de zinc, de fer et d'iode.

Selon KIFFER (1968), elles permettraient de couvrir les besoins optimum des volailles en sélénium.

Tous ces oligo-éléments ont trop souvent été négligés ou sous-estimés dans l'efficacité des aliments et leur apport dans les rations permet d'expliquer en partie les réponses de croissance attribuée aux facteurs de croissance ou de "facteurs indéterminés" (SULLIVAN et Coll. 1960).

5 - Vitamines

Elles sont initialement contenues en assez grandes quantités dans les farines de poisson, mais elles subissent progressivement une destruction partielle ou totale. Ainsi le taux de vitamines hydrosolubles varie selon le retrait ou la restitution du soluble. Par contre leur richesse en vitamines lyposolubles est essentiellement fonction de la qualité et de la quantité d'huile que renferment les tissus frais et le procédé de

déshuilage lors de la fabrication. Les teneurs en vitamines A, D et E sont liées aux processus oxydatifs des huiles de poisson et à la présence d'autres éléments comme les antioxydants et le sélénium.

L'acide folique est souvent détruit au cours du traitement et de la conservation.

Néanmoins, les farines de poisson sont assez riches en vitamines B_2, B_1, B_{12}, en nicotamine et acide pantothénique.

- Caractéristiques des farines produites à partir de la bécasse de mer.

L'usine des "Sous-produits de Mer" à Agadir nous a communiqué les résultats d'expériences utilisant des bécasses pour la fabrication de la farine de poisson. La farine obtenue à partir de bécasses a un taux de protéines plus faible que celle obtenue à partir de sardine.

L'utilisation d'un mélange à 50% sardine - bécasse donne une farine d'excellente qualité.

Ci-joint des résultats d'analyses faites au laboratoire de l'usine en novembre 1972 sur la farine de bécasse d'une part, et d'un mélange à 50% de bécasse-sardine d'autre part.

	Bécasse	Bécasse + Sardine
Eau	5,10 %	5,50 %
Matière grasse .	12,05 %	12,55 %
Protéines brutes (N × 6,25)	58,50 %	61,10 %
Chlorure de Sodium	2,89 %	2,78 %

COMPOSITION DE LA FARINE DE BÉCASSE ET DE LA FARINE RÉSULTANT DU MÉLANGE À 50 % BÉCASSE + SARDINE

(Usine les "Sous-Produits de Mer" à Agadir, 1972)

III - SALUBRITÉ ET POLLUTION

La qualité biologique d'une denrée alimentaire est un critère important de sa salubrité. Or il est prouvé que la farine de poisson se contamine facilement par suite du grand nombre de manipulations que le poisson subit avant d'être transformé en farine.

La contamination est en liaison très étroite avec le degré d'hygiène (particulièrement la fourniture d'eau), les conditions de fabrication et d'enmagasinage. En effet les farines même convenablement fabriquées, se souillent quand elles sont en contact avec le milieu extérieur.

Le service d'hygiène public au MAROC a pu isoler des salmonelles à partir d'excréments d'ouvriers des centres de pêches et selon VELHO (1956) qui a pu les isoler à partir de l'intestin de deux oiseaux et à partir d'insectes provenant de ces centres.

Parmi les causes externes susceptibles d'altérer la qualité bactériologique des farines de poisson il convient de citer : la manipulation par le personnel porteur de germes (plaies purulentes), le séjour prolongé du poisson dans les cales de bateaux de pêche non débarrassées de souillures de tout ordre après chaque déchargement, le trop long séjour des poissons à l'usine dans des caisses de manutention non désinfectées.

De la connaissance approfondie des sources de pollution dépendra l'efficacité de la prophylaxie qui consiste à assurer chaque jour le nettoyage et la désinfection du matériel dans son entier.

Dans l'esprit d'assurer les conditions d'hygiène convenables et pour permettre de diminuer au maximum les risques de pollution des farines, l'O.C.E. impose des instructions relatives au contrôle hygiénique des ateliers et des usines fabriquant, conditionnant ou stockant des farines de poisson (décision N°

5405 du 12 décembre 1957). En plus, et pour satisfaire les désirs exigeants des clients étrangers, les producteurs font effectuer des contrôles bactériologiques de leur produit afin de déceler des entérobactéries et des salmonelles provenant d'une éventuelle contamination lors de manutentions défectueuses.

*
* *

CHAPITRE IV

STOCKAGE DE FARINES DE POISSON ET SES CONSÉQUENCES AU POINT DE VUE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE

Une température élevée et une humidité excessive, sont susceptibles de provoquer non seulement des modifications organoleptiques importantes par altération des protéines et de la matière grasse mais également un développement microbien.

L'ensemble de ces modifications peut avoir des conséquences importantes en élevage. De ce fait, le stockage des farines de poisson soulève de nombreux problèmes.

I - STOCKAGE ET POLLUTION MICROBIENNE

Le dosage de l'azote ammoniacal, permet d'apprécier le degré de la pollution microbienne des farines de poisson commercialisées.

Voici quelques données obtenues sur la farine de poisson commercialisée produite à l'usine S.O.N.A.F.A.P. (cf. tableau XIV).

D'après ces analyses bactériologiques effectuées par des laboratoires hollandais (TNO - ZEIST), on peut remarquer que tous les échantillons analysés présentent des normes nettement inférieures aux normes imposées par l'O.M.S./T.N.O. En ce qui concerne la teneur en azote ammoniacal, elle ne doit pas dépasser le taux de 0,10% (décision 5456 O.C.E.).

D'après ces données, on voit que les relations entre le nombre de germes totaux et la teneur en azote ammoniacal sont assez larges, ce qui permet de penser que la pollution microbienne au cours du stockage est presque nulle.

II - STOCKAGE ET OXYDATION

Le stockage de farine de poisson dans de mauvaises conditions a pour conséquences plus ou moins lointaines, une oxydation suivie du rancissement de celle-ci. L'intensité du processus dépend de la teneur en lipides des

ECHANTILLON	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}	E_{15}	Normes provisoires OMS/TNO
Nombre total d'aérobies / g	500	100	500	100	300	20	30	<10	20	60	20	40	40	40	<10	$<10^5$
Spores aérobies / g	10	10	<10	<10	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Comme pour les aérobies
Nombre total d'anaérobies / g	10	10	<10	<10	<10	30	50	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	$<10^4$
Spores de moisissures / g	10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonelles / 25 g	.....															Aucune trace
Arizona / 25 g	.....															Aucune trace
Shigella / 25 g	.....															Aucune trace
E. Coli / 10 g	.....															Aucune trace
Entérobactéries / 0,1 g	.....															Aucune trace
Germes sulfito-réducteurs/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	$<10^2$
Staphylococcus aureus / g	.....															Aucune trace
Streptocoques / g	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	$<10^2$

TABLEAU XIV

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE DE LA FARINE DE POISSON DE LA S.O.N.A.F.A.P.
PAR LES LABORATOIRES TNO, ZEIST (Pays-Bas)

farines de poisson. Le résultat de ces altérations se manifeste essentiellement sur les protéines et les matières grasses.

1 - Action sur les protéines

La vitesse d'oxydation des farines varie suivant l'espèce et suivant la partie du poisson à partir de laquelle celles-ci ont été préparées, quant au mécanisme de cette oxydation, on envisage le suivant :

- la polymérisation des fractions lipidiques.
- la formation de sous-produits de réaction de brunissement de type Maillard par réaction entre les groupements aminés des protéines et les groupements carbonyles des lipides.
- une oxydation des acides aminés labiles.

Toutes ces réactions ayant pour résultat de donner des produits de valeur nutritive amoindrie.

Cependant, CARPENTER et Coll. (1959) signalent que le stockage pendant 12 mois à une température de 20°C des farines n'entraîne qu'une faible perte de lysine. Ces pertes atteignent 4% si on ajoute un antioxydant et 8% si les farines n'ont pas été déshuilées.

2 - Action sur la matière grasse : le rancissement proprement dit

a - Mécanisme

Nous rappellerons seulement que ce rancissement est dû à une péroxydation car nous avons déjà développé cette question à propos des huiles de poissons frais. Le plus souvent, c'est une péroxydation spontanée, cette auto-oxydation est catalysée par la lumière ainsi que la présence d'ions métalliques : Cuivre, fer et manganèse qui sont tous présents dans les farines de poisson. Ces ions favorisent d'autant plus ce phénomène de rancissement que les quantités de graisse sont plus importantes. Rarement il peut s'agir d'un rancissement hydrolytique.

b - Conditions de la formation de péroxydes dans les farines

La formation des péroxydes est liée à plusieurs facteurs. Nous nous contenterons des principaux :

. *Composition de la farine de poisson*

- Nature des corps gras : la stabilité d'un corps étant fonction inverse du nombre des doubles liaisons, ce qui nous permet de souligner la labilité des farines contenant des acides gras insaturés.

- Catalyseurs d'oxydation : cuivre, fer, manganèse etc..., leur présence est indispensable mais parfois ils peuvent se trouver en excès.

- Teneur en anti-oxygène : les tocophérols et sans doute d'autres substances encore inconnues représentent les anti-oxygènes naturels. Ce pouvoir serait maximum pour une concentration optimum au-delà de laquelle il aurait tendance à baisser. Le prix de revient des tocophérols limite leur emploi, c'est pourquoi les anti-oxygènes de synthèse sont de plus en plus utilisés.

- Le bisulfite de soude : Pour un taux de 0,1 à 0,4% dans un régime contenant du fer, cuivre et manganèse, il a été montré que ce sel de bisulfite accélère le phénomène de rancidité.

BRION et Coll. (1958) ont mis en évidence ce sel à des taux allant parfois jusqu'à 2% dans plusieurs aliments ayant provoqué l'encéphalomalacie de nutrition et pensent en trouver l'origine notamment dans les farines de poisson fabriquées à partir des matières premières conservées dans les saumures ou dans de la glace.

Pourtant il ne faut pas exagérer cette action car le rôle des bisulfites pourrait être d'un autre ordre et aboutirait à des processus biochimiques totalement différents de ceux attribués à la carence en vitamine E.

• *Mode d'utilisation*

- Le conditionnement : les sacs contenant des farines de poisson doivent être propres, neufs et conformes aux exigences du pays destinataire. Le plus souvent l'emballage de la farine se fait en sac de polyéthylène de 25kg de façon à permettre une rapide utilisation (Décision 5456 O.C.E.).

- Le stockage : devra être effectué à basse température et dans le temps le plus bref.

3 - Conséquences de ces altérations

La vitamine E est instable en présence de certains sels et de quelques graisses, notamment de la graisse rance. BRION et Coll. (1958) attachent à ce fait une grande importance dans l'encéphalomalacie de nutrition chez les volailles.

Selon EVANS et BURR (1936), le lard d'une ration est capable de dissoudre les moindres traces de vitamines E, dont une grande partie serait ainsi entraînée à travers l'intestin avec les lipides non absorbés.

L'action de la rancidité est telle que l'huile de germe de blé qui est riche en vitamine E perd son activité ; bien plus cette rancidité s'oppose à l'action de la vitamine E.

a - Accidents cliniques et lésions

L'emploi des farines altérées surtout chez les volailles est susceptible de déclencher divers accidents, qui sont dus à une carence ou subcarence en vitamine E. De ce fait il faut considérer plusieurs sortes de syndromes :

- Encéphalomalacie de nutrition
- Myodystrophie de nutrition
- Diathèse exsudative des poussins
- Myopathie de nutrition du dindon.

Décrivons brièvement ces syndromes.

• *Encéphalomalacie de nutrition*

C'est le syndrome dominant de la carence en vitamine E. Il se traduit par de l'ataxie locomotrice, des

tremblements, de la rétraction ou du balancement de la tête, des contractions cloniques des membres. Ces symptômes peuvent apparaître subitement, généralement entre le dix-huitième et le vingt-neuvième jour de la vie et se terminent souvent par la mort.

Parfois la maladie apparaît durant la croissance active du cerveau chez des poulets âgés de 3 à 8 semaines. Les lésions observées dans le cerveau, sont de l'oedème avec séparation des éléments cellulaires et fibrillaires, de la dégénérescence des cellules de PURKINJE et des petites cellules constituant la couche granuleuse du cervelet, de fines hémorragies disséminées dans la substance blanche ou dans la substance corticale, enfin des thromboses hyalines capillaires dans les régions nécrosées. FERRANDO et PARODI (1964) insistent sur l'action préventive et curative de l'α-tocophérol.

• *Myodystrophie de nutrition*

Cette affection apparaît sur les sujets âgés de quatre à cinq semaines et se traduit d'abord par une difficulté de la locomotion puis, peu à peu, par une paralysie complète des membres postérieurs surtout ; l'oiseau reste couché sur le ventre, les pattes étendues en arrière comme en position de vol, la respiration est souvent plaintive, la diarrhée peut être profuse. La maladie évolue en 8 à 15 jours, traitée à son début elle peut se terminer par la guérison. La mortalité peut atteindre 50% des cas.

A l'autopsie, on trouve fréquemment des ulcérations du gésier, de l'entérite catarrhale, parfois hémorragique. L'examen histologique révèle des lésions musculaires de dégénérescence hyaline et de fragmentation fibrillaire avec oedème et réactions cellulaires intramusculaires.
- L'huile de germe de blé évite l'apparition de cette myodystrophie.

• *Diathèse exsudative des poussins*

Elle accompagne souvent l'encéphalomalacie. Les poussins présentent un oedème sous-cutané apparaissant plus ou moins infiltré de graisse avec hémorragies

capillaires dans la peau, et dans les muscles. Dans quelques cas aigus, il y a une véritable accumulation de liquide sous la peau du ventre. Enfin on constate la nécrose du myocarde, des muscles du gésier et du squelette.

La prophylaxie consiste en l'emploi de l'α-tocophérol, FERRANDO et PARODI (1964) ajoutent du sélénium à l'α-tocophérol.

• *Myopathie de nutrition des dindons*

Les lésions caractéristiques de cette affection sont localisées dans la musculature lisse du gésier sous la forme d'îlots grisâtres plus fermes que le muscle normal ou sous l'aspect de tissu cicatriciel.

L'examen histologique révèle qu'il s'agit d'une dégénérescence musculaire hyaline avec îlots séparés par l'oedème.

Cette maladie des dindons est traitée avec efficacité avec l'huile de germe de blé ou du soja et avec l'α-tocophérol.

b - Répercussion sur la couleur, l'odeur et la saveur

On reproche aux farines de poisson de donner un goût et une odeur désagréables soit à la viande soit aux oeufs.

Si les acides gras très désaturés des farines de poisson en sont les principaux responsables, le rôle de la fraction protéique ne peut être négligeable. BUNGER (1939) prétend qu'on peut donner jusqu'à 300 grammes par jour de farines de poisson contenant 6% de matières grasses sans répercussion fâcheuse sur le goût et l'odeur de la viande. VESTAL et Coll. (1945), ont réalisé, de leur côté, l'expérience suivante :

La nourriture de trois groupes de porcs de 30kg renfermait 10% de farines de poisson (menhaden*). Deux recevaient, en outre, de faibles pourcentages d'huile de menhaden. Après cent jours les animaux sont abattus; les tests de dégustation donnent les résultats schématiques suivants :

*menhaden = hareng

Régime	Saveur du poisson dans le lard
10% de farine de menhaden	5 échantillons sur 82 testés
Idem + 0,5% d'huile de menhaden	24 échantillons sur 83 testés
Idem + 1,5% d'huile de menhanden	61 échantillons sur 87 testés

Le goût du lard est plus affecté que celui de la viande maigre. Remarquons en outre, que le foie et le cerveau sont les organes qui acquièrent le plus facilement une saveur "marine".

Notons enfin, qu'odeur et saveur étrangères peuvent très bien n'apparaître qu'après la cuisson ou lors de la conservation.

La saveur du lait de vache ne semble pas modifiée par la consommation d'un excès de farine de poisson. Par contre, le goût et la saveur de farines de poisson se communiquent très rapidement à la chair de volailles. Au taux de 15% dans le régime, maintenu pendant les quatre semaines qui précèdent l'abattage, les farines de poisson d'excellente qualité suffisent pourtant à communiquer un goût désagréable à la chair de volailles (CRUICKSHANK, 1939).

Les éleveurs de poules incriminaient la farine de poisson de transmettre son odeur aux oeufs, ROBERTSON et WILHEM (1939), désirant savoir dans quelles conditions l'odeur et le goût peuvent se transmettre aux oeufs, ont essayé des rations contenant jusqu'à 28% de farines de poisson. Ils n'obtinrent jamais un oeuf qui en présenta le goût, même après un stockage de 38 jours à 10°C.

Les perturbations constatées sont évidemment plus ou moins sujettes à des variations individuelles ; leur intensité se trouve aussi sous la dépendance, non seulement de la quantité et de la qualité des farines de poisson consommées, mais encore de la composition du reste du régime et surtout de sa teneur en vitamine E.

4 - Prévention des accidents

Divers palliatifs aux inconvénients des farines de poisson trop riches en matières grasses peuvent cependant être envisagés :

- Limitation des quantités incluses dans le régime des animaux : un taux de 8% doit être considéré comme un maximum.
- Enrichissement de ce régime en vitamine E au moyen de farine de germe de blé ou de maïs, car il a été confirmé, qu'il existait selon FERRANDO et Coll. (1962) un rapport vitamine E/acides gras insaturés qu'il importe de respecter dans la ration.
- Eviter la formation des céroïdes qui sont des corps extrêmement stables et dont la destruction semble bien aléatoire, une précaution consisterait à administrer régulièrement de l'α-tocophérol ou d'autres anti-oxydants (dans la mesure où la législation les autorise) qui ont en plus du pouvoir anti-oxygène, un pouvoir empêchant vis-à-vis de la formation des lipoïdes.
- Il convient de déshuiler au maximum les poissons gras et les farines riches en lipides, ou tout au moins de les débarrasser de leurs lipides hautement insaturés.
- Suppression des farines de poisson du régime alimentaire, suffisamment longtemps avant l'abattage. Les délais généralement admis sont de trente jours (BUNGER, 1931) à cinq semaines (LEROY, 1937) pour le dindon (MARBLE et Coll., 1938). Sans doute est-ce là une mesure prudente qu'il convient d'adopter pour éviter toute contestation, car trop de consommateurs se plaignent du goût des carcasses.

*
* *

TROISIEME PARTIE
UTILISATION DES FARINES DE POISSON

CHAPITRE I
VALEUR ALIMENTAIRE DES FARINES DE POISSON

I - VALEUR NUTRITIVE DES PROTÉINES

De l'étude précédente, il résulte que les farines de poisson sont des aliments essentiellement protidiques caractérisés par leur haute valeur en lysine. Les recherches poursuivies sur animaux de laboratoire ont pour but de déterminer la valeur nutritive de ces farines dans des conditions expérimentales rigoureuses. De telles investigations sont indispensables pour orienter les modalités d'application pratique. Pour le physiologiste, l'efficacité d'un aliment se mesure à l'aide de deux coefficients : le coefficient d'utilisation digestive ou C.U.D. et la valeur biologique ou V.B. permettant de mettre en évidence le facteur limitant.

L'animal de choix pour ce genre d'investigations est le rat blanc de souche pure qui accepte les régimes synthétiques les plus variés. Eventuellement, on peut aussi travailler sur souris ou sur poussin.

1 - Le coefficient d'utilisation digestive : C.U.D.

Le problème que pose l'étude du C.U.D. implique la connaissance par analyse et dosage de la quantité d'azote protéique ingérée et excrétée dans les fécès. La différence correspond à la fraction qui, franchissant la barrière intestinale, a pénétré dans l'organisme.

L'absorption intestinale est plus élevée pour l'ensemble des produits d'origine animale que pour les aliments végétaux, le ballast cellulosique entraînant toujours une dépense accrue d'azote fécal.

Le C.U.D. $\frac{\text{Azote ingéré} - \text{Azote excrété}}{\text{Azote ingéré}} \times 100$ est, selon CREAC'H (1950), de 91 à 94 pour les farines de poisson obtenues à partir de produits entiers.

2 -La valeur biologique : V.B.

L'équilibre organique ne saurait être automatiquement assuré par un apport, même convenable, d'azote indifférencié : l'insuffisance qualitative aussi bien que quantitative de l'azote ingéré exerce sur l'entretien, la croissance et la production une action freinatrice qui interdit tout élevage rationnel. Pour que l'apport protéique soit optimum, il faut que les protéines fournies en quantité suffisante remplissent trois conditions fondamentales :

- l'apport de tous les acides aminés ;
- l'équilibre entre les acides aminés avec ceux de la protéine à synthétiser (notion de facteur limitant) ;
- la simultanéité de l'apport des différents acides aminés (importance de la disponibilité des acides aminés).

Pour établir un régime alimentaire rationnel, il importe de connaître les besoins quantitatifs et qualitatifs de l'animal. C'est ainsi que la poule pondeuse est exigeante en acides aminés essentiels, notamment en lysine et en acides aminés soufrés (cystine et méthionine). La farine de poisson qui renferme 8,28% de lysine, 3,24% de méthionine et 0,86% de cystine pour 16g de N, peut être considérée comme supérieure à celle d'origine végétale.

3 -Variations du coefficient d'utilisation digestive et de la valeur biologique

Des réserves sont à faire quant à l'efficacité de toutes les farines de poisson ; elle varie dans de grandes limites. En effet, plusieurs facteurs sont susceptibles de modifier le C.U.D. et la V.B. et d'entraîner tant de différences.

a - Le traitement thermique subi lors de la fabrication

MAYNARD et Coll. (1933), utilisant le rat blanc comme animal d'expérience, s'aperçurent que des animaux recevant diverses farines de poisson ayant subi des traitements thermiques différents présentaient un rythme de croissance tout à fait dissemblable.

WILDER et Coll. (1934), MAYNARD et Coll. (1933) ont déterminé le C.U.D. et la V.B. de farines de poisson (morue).

	C.U.D.	V.B.	Température (°C)
Séchage :			
à la flamme	80 ± 0,6	78 ± 1,1	193
à la vapeur	93 ± 0,2	84 ± 0,9	100
sous vide	96 ± 0,3	87 ± 0,8	57
Cuisson + séchage			
à la flamme	86 ± 0,4	86 ± 0,6	204
à la vapeur	93 ± 0,4	91 ± 0,4	103
sous vide	96 ± 0,6	91 ± 0,9	60

D'après ces données, on peut remarquer que :

- le C.U.D. et la V.B. varient dans le même sens ;
- pour une même farine ayant subi un traitement par voie sèche ou par voie humide (avec cuisson préalable des tissus), la hiérarchie de l'efficacité protidique et de la digestibilité peut s'établir schématiquement dans l'odre décroissant suivant :
  - farine séchée sous vide
  - farine séchée à la vapeur
  - farine séchée à la flamme ou à l'air chaud.

En règle générale, les températures élevées telles qu'elles sont réalisées lors de dessication à la flamme abaissent significativement la digestibilité et la valeur biologique des farines de poisson parce qu'elles dénaturent les protéines.

b - L'origine zoologique de la farine ou encore l'origine anatomique des déchets, au sein d'une même espèce de poissons, correspond à des valeurs biologiques et des digestibilités différentes.

Les protéines résultant du traitement de la seule partie comestible du poisson sont significativement mieux digérées et possèdent une valeur biologique très élevée que les protéines des têtes et des queues préparées selon un procédé identique.

4 - Importance des acides aminés indispensables

La farine de poisson est utilisée principalement pour sa haute teneur en lysine sans négliger l'apport substantiel en autres acides aminés indispensables parmi lesquels les acides aminés soufrés et le tryptophane en particulier mérite d'être pris en considération.

Les acides aminés doivent être disponibles pour les animaux et nous avons déjà examiné les progrès techniques réalisés par les fabricants pour arriver à ce but.

Le tableau XV nous donne les chiffres de digestibilité de l'azote et des acides aminés ainsi que leur disponibilité pour les animaux.

NESHEIM (1968) a démontré qu'il y avait un excès de lysine par rapport à l'arginine dans les farines de poisson, l'existence de glycocolle dans celles-ci étant un correcteur de ce déséquilibre. Les farines de poisson entières sont pour cette raison préférables aux farines sans "fish" solubles réincorporés. La taurine est un acide aminé soufré qui est absent des protéines d'origine végétale (soja en particulier) alors que la protéine de poisson en contient de 0,5 à 0,9%. En 1968, MOUSSON a mis en évidence son rôle pour expliquer l'efficacité supérieure des rations contenant 5% de farine de poisson sur des rations entièrement végétales.

Digestibilité moyenne de l'azote des farines de poisson, du tourteau de soja et de la farine de viande

Farine de poisson.....	91,1 ± 3,98	(51)
Tourteau de soja.....	86,0 ± 6,03	(15)
Farine de viande.....	79,4 ± 5,60	(18)

La déviation standard et le nombre de déterminations ont été indiqués d'après la valeur de digestibilité moyenne.
(Extrait du rapport de pêche n° 92 de la F.A.O., 1970)

Digestibilité réelle de la lysine et de la méthionine

	Animal	Lysine	Méthionine
Farine de poisson.....	Poule	93,5	91,7
Farine de viande.....	Poule	73,4	73,6
Tourteau de soja.....	Poule	90,9	87,6

Valeurs moyennes et extrêmes de la disponibilité des acides aminés déterminées par des procédés biologiques

	Lysine	Méthionine
Farine de poisson	93 (64-114)	97 (73-126)
Tourteau de soja	90 (54-106)	101 (80-118)
Farine de viande	86 (65-104)	75 (67-136)

TABLEAU XV

DIGESTIBILITÉ DE L'AZOTE
ET DES ACIDES AMINÉS.
LEUR DISPONIBILITÉ POUR LES ANIMAUX.

(d'après JAUBERT, l'Alim. et la Vie, 1973, 1)

II - IMPORTANCE DES OLIGO-ÉLÉMENTS

1 - Le rôle du zinc

Il y a une dizaine d'années, on a réalisé que le zinc pouvait être déficient dans des rations apparemment bien équilibrées en éléments principaux. L'acide phytique des tourteaux, tel que le soja, pouvait bloquer les sels de zinc et les rendre inassimilables pour les animaux. L'adjonction de farine de poisson aux rations entièrement végétales, en apportant du zinc assimilable, permet d'obtenir le meilleur résultat.

VOGT (1969) a réalisé des expériences sur poulets où il montrait que des rations entièrement végétales donnaient des résultats aussi bons que des rations contenant de la farine de poisson. Cependant, il recommande lui-même de ne pas éliminer la farine de poisson dans les conditions pratiques de l'élevage.

Les rations qu'il avait composées tenaient compte de la teneur de tous les oligo-éléments car elles étaient faites en laboratoire, mais ceci est impossible à calculer dans les conditions de travail d'une usine. La farine de poisson apporte avec une certaine marge des sécurités en oligo-éléments.

2 - Le rôle du sélénium

Le rôle du sélénium dans la nutrition, surtout des volailles, a été mis en évidence ces dernières années. Il agit, avec d'autres substances telles que la vitamine E, pour prévenir l'encéphalomalacie et la dystrophie musculaire. Une déficience en sélénium est impossible à corriger par supplémentation directe avec du sélénate de soude par exemple parce que la législation l'interdit encore dans certains pays. La réponse à ce problème apparaît être l'incorporation aux rations d'une matière première ayant une teneur en sélénium relativement élevée, mais toutefois telle que même un sur-dosage ne risque pas d'atteindre le seuil de toxicité. La farine de poisson qui contient de 1,5 à 3,4 ppm de sélénium est utilisée à une dose de 3 à 5%. On est donc encore loin du seuil toxique.

III - FACTEURS DE CROISSANCE ENCORE INDÉTERMINÉS

Les expériences en ce domaine conduites au laboratoire sont contradictoires. On peut cependant souligner plusieurs faits d'ordre pratique : COWPER, en Angleterre, a conduit en 1970-71 une expérience sur les pondeuses (1 368 animaux). Les rations contenant 5% de farine de poisson donnaient une production accrue de 7% par rapport à celles entièrement végétales. Le poids des oeufs était aussi supérieur. On a constaté à la 48e semaine une baisse de production due aux conditions d'environnement. Alors que dans les rations de soja la production était réduite à 38%, elle se maintient à 58% pour des poules recevant de la farine de poisson dans leurs rations. Il ne fait aucun doute que la farine de poisson possède une action anti-stress. Ce phénomène a été observé par CALLET et Coll. (1969) et les producteurs américains. Cela souligne encore l'intérêt des farines de poisson entières, car, comme l'a montré CALET, ce sont surtout les solubles de poisson qui ont une action anti-stress.

DANSKY (1969), chef de service de Recherche de la firme américaine Lipman qui produit chaque année des millions de poulets, indique qu'il emploie toujours des rations contenant 5% de farine de poisson, quel que soit son prix. Il constate que par rapport à une ration entièrement végétale, même parfaitement équilibrée, l'appétit des poulets est accru, l'indice de consommation est abaissé, et le poids à l'abattage est supérieur, d'où bénéfice accru pour l'éleveur.

En outre, leurs poulets auraient une meilleure saveur et seraient plus appréciés sur le marché. On a rapporté une information semblable en Italie (Rivista di Zootecnia Agricultura, Bologne, n° 1-2, 1969). Sur les porcs, l'action des farines de poisson est moins nette, encore que la pratique montre que l'on a intérêt à en utiliser 15% dans les rations de porcelets et au moins 3 à 5% dans les rations de croissance.

L'ensemble de ces faits montre l'intérêt qu'il y a à conserver un minimum de farine de poisson dans les

rations. Le minimum, comme nous l'avons vu ci-dessus, est de l'ordre de 5%. L'effet de la farine de poisson est beaucoup moins net si l'on n'en met que 2,5%.

CONCLUSION

Par la richesse et la qualité de leurs protéines, les farines de poisson pourront intervenir d'une manière judicieuse dans toute supplémentation. Leur valeur biologique sera donc étroitement liée à la présence ou à l'absence de certains principes appelés classiquement facteurs limitants : la lysine par exemple. Les farines de poisson en sont riches et jouent un rôle de tout premier plan dans la supplémentation de bon nombre d'aliments d'origine végétale qui en sont pauvres. Les farines de poisson interviendront efficacement pour supplémenter le déficit.

L'incorporation de ces farines dans les aliments destinés aux animaux (celle-ci étant faite d'une manière rationnelle et la matière première étant convenablement traitée) doit donc donner de bons résultats dans nos spéculations zootechniques. Encore faut-il tenir compte des facteurs de variation, de la qualité des diverses farines afin de réaliser une supplémentation véritablement efficace. Nous ne saurons donc trop insister sur cette valeur alimentaire des farines de poisson dans l'élevage moderne.

*
* *

CHAPITRE II

EMPLOI DE LA FARINE DE POISSON AU MAROC

I - APERÇU SUR L'INDUSTRIE ACTUELLE DE L'ALIMENTATION ANIMALE

C'est une industrie jeune ; elle est constituée par 5 usines de fabrication d'aliments pour bétail. La dernière créée, la S. M. V. (Société Marocaine des Volailles), est la plus importante au point de vue capacité de production ; elle vit le jour en 1971. Les autres, dans un ordre d'importance, sont représentées par les fabrications suivantes : CICALIM, PROVIMI-MAROC, PROVENDA et RIDA.

Les capacités de production des différentes fabrications sont :

- S. M. V. ..... 65 000 tonnes/an
- CICALIM ..... 50 000 tonnes/an
- PROVIMI-MAROC ..... 40 000 tonnes/an
- RIDA ..... 10 000 tonnes/an

La production effective reste largement en-dessous des capacités de production des usines. Cette production est destinée en principe à l'ensemble du bétail marocain. En fait, la majeure partie du tonnage est constituée par les aliments pour volailles. Si dans d'autres pays on peut parler d'un niveau de consommation en kg d'aliment par animal, cette approximation est dénuée de toute signification au Maroc à l'heure actuelle. En effet, même dans le secteur avicole, c'est le secteur industriel (ne représente qu'environ 1/5 du nombre total des volailles) qui absorbe la presque totalité des aliments fabriqués.

La farine de poisson constitue actuellement l'unique ressource en protéines d'origine animale pour les industries. En 1973, cette farine est produite par 17 usines en activité qui ne fabriquent que 40 000 tonnes par an. La quasi-totalité de la production de farine de poisson, soit 85%, représentant près de 34 000 tonnes,

est exportée par l'intermédiaire de l'O.C.E. notamment vers la France, l'Allemagne Fédérale et les Pays de l'Est, et moins de 15% ont été absorbés par le marché local. Ce marché local est très étroit, et les principaux acquéreurs sont les industries de l'alimentation animale. La farine de poisson achetée par les industries rentre essentiellement sinon exclusivement dans la fabrication des aliments pour volailles.

Actuellement, les industries de l'alimentation animale vendent exclusivement à des utilisateurs nationaux. Le marché local est relativement étroit. Il absorbe une quantité limitée de farine de poisson puisque la production totale d'aliments composés était évaluée en 1973 à 60 000 tonnes environ. Cependant, quand on considère l'évolution de la production des aliments composés durant ces dernières années, on s'aperçoit qu'une nette progression a eu lieu. Cette augmentation ne concerne pas également toutes les catégories d'aliments composés destinés aux différentes espèces. La nature des aliments composés fabriqués permet de voir que l'augmentation constatée est due surtout à la progression du tonnage des provendes pour volailles. La structure de la clientèle permet en plus de constater que seule l'aviculture industrielle est concernée.

II - DANS LA LUTTE CONTRE LA CARENCE PROTÉIQUE AU MAROC

Personne ne contestera les énormes ressources du Maroc en poisson : masses de protéines remarquablement assimilables et d'éléments vitaminés qui pourraient à elles seules combler le déséquilibre alimentaire alarmant signalé par les services responsables.

Et l'on est amené à se demander pourquoi, au Maroc, ces ressources sont négligées, alors que dans la grande majorité des pays sous-développés, qui paient périodiquement un lourd tribut en vies humaines à la famine (par conséquent tributaires des conditions d'existence beaucoup plus sévères que le Maroc), le génie populaire, dans sa lutte pour la vie, s'est

tourné vers ces ressources alimentaires et, curieusement, par des méthodes empiriques et purement traditionnelles, a rejoint les données les plus modernes de la diététique.

Il y a un facteur qui conditionne la totalité de cette question au Maroc et qu'il serait dangereux de minimiser : c'est la désaffection de la masse pour le poisson.

On peut éduquer la masse, mais, comme toute action psychologique, elle nécessitera des moyens très importants, tant en personnel qu'en crédits de vulgarisation, et n'enregistrera des résultats tangibles que dans un avenir assez lointain. Ces résultats ne sont pas, d'ailleurs, assurés dès le départ d'un succès total.

On peut imposer à la masse un supplément de protéines par des méthodes autoritaires telles que l'incorporation obligatoire de farines de poisson à des denrées de consommation courante comme le pain.

On peut améliorer les circuits économiques propres aux poissons : transporter plus vite et dans de meilleures conditions les produits de la pêche maritime, les distribuer mieux et plus profondément, renforcer le contrôle sanitaire d'une denrée éssentiellement périssable, mener une politique réaliste des prix, organiser l'exploitation des sous-produits, créer de nouvelles denrées alimentaires (telles que margarines à base d'huiles de poisson désodorisées), développer et améliorer les moyens de conservation (conserveries, séchage, fumage, etc...).

On peut enfin trouver une formule originale propre au Maroc, qui tiendrait compte de cet obstacle sévère : le peu de goût de la population pour la consommation de poisson.

Le caractère inédit de cette formule, pourtant simple et inspirée de la seule observation des habitudes traditionnelles de la population, mérite quelques développements.

Le but poursuivi par le Gouvernement consiste actuellement à faire absorber à la population une quantité déterminée de protéines supplémentaires, dans sa ration alimentaire, en les prenant soit dans la production animale, soit dans la production piscicole. Les protéines animales ayant les faveurs du public, à l'exclusion du poisson, pourquoi ne pas résoudre, du moins partiellement, le problème en transformant les protéines de poissons en protéines animales ?

Méthode simple et extrêmement rentable puisque la totalité du poisson (matière consommable et déchets) peut être transformée en produits alimentaires pour les animaux. Une seule condition : seuls les produits désodorisés peuvent être acceptés, sous peine de transmettre à la viande une odeur qui la rendrait inconsommable. Par ce moyen, on peut transformer en viande, à un prix abordable, dans des délais très brefs, une certaine quantité de poissons.

L'incorporation de farines de poisson peut être envisagée dans l'alimentation du bétail. Mais c'est surtout dans l'élevage aviaire que les résultats seraient les plus spectaculaires.

III - DANS LA RATION DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Le temps est révolu où l'on conseillait de laisser aux animaux le libre choix de leur alimentation. Le problème alimentaire ne se limite pas à la distribution quotidienne d'un certain nombre d'unités nutritives pour que l'organisme animal puisse vivre et se reproduire mais il consiste essentiellement à assurer à chaque sujet, suivant son âge, son sexe, sa condition physiologique et sa spécialité zootechnique, la quantité et la qualité de nutriments qui lui sont strictement indispensables. Ainsi posé, le problème alimentaire apparaît terriblement compliqué lorsqu'on songe à la grandeur et à la variété des besoins créés par l'entretien, la croissance, le développement et la reproduction des êtres vivants.

L'expérience montre cependant que le but à atteindre n'est pas uniquement d'assurer la couverture des besoins azotés des animaux d'élevage, car, à côté du facteur quantité, il convient de prendre en considération le facteur qualité. L'éleveur est obligatoirement amené à rechercher le concentré protidique capable d'assurer la meilleure utilisation de l'ensemble du régime.

Ceci nous amène à étudier plus spécialement le rôle des farines de poisson dans la supplémentation des aliments de bétail. Un régime à base de céréales, qui sont à la base de l'alimentation de nos animaux domestiques, est déficient en lysine. L'addition de tourteaux ne comble guère ce déficit ; seul le tourteau de soja y réussit partiellement.

Voici, par comparaison, avec les protides totaux de l'oeuf, les valeurs de la teneur en lysine (exprimées en g par 16g d'azote total) telles qu'elles ressortent de notre tableau (XII) :

Protides totaux de l'oeuf de poule... 7,20
Protides de farine de poisson..... 8,28 ± 0,5

Une ration composée uniquement de céréales ne peut apporter ni la quantité désirée, ni les acides aminés essentiels, puisqu'un kg de blé ne fournit que 90g de matière protéique utilisables, l'orge 69g, le maïs et l'avoine 70g. Mais par contre, les céréales présentent une bonne digestibilité et une valeur énergétique élevée du fait de leur richesse en amidon et de leur faible teneur en cellulose.

Une farine de poisson de bonne qualité, n'ayant pas subi de traitements thermiques trop brutaux ou trop prolongés, doit donc s'imposer comme supplément protidique de tout régime d'élevage, principalement chez les animaux en croissance dont les exigences en aminoacides indispensables sont supérieures à celles des animaux à l'engrais.

1 - Dans l'alimentation des volailles

L'amélioration des performances des volailles depuis une vingtaine d'années peut s'expliquer par les

progrès réalisés dans deux domaines : l'estimation de leurs besoins nutritionnels et la détermination de leur valeur nutritive dans les aliments. Actuellement, dans les régimes industriels des volailles, les critères qui déterminent le choix des formulateurs pour un aliment protidique, ne tiennent plus compte de l'origine animale ou végétale de cette substance mais plutôt de sa composition en certains nutriments et de son prix. Les aliments protidiques d'origine animale sont considérés de plus en plus comme des sources de protéine et d'énergie et non comme des sources de vitamines et d'oligo-éléments, car ces derniers sont incorporés isolément dans la ration.

• Le poussin

Le **tableau XVI** nous renseigne sur les besoins du poulet en acides aminés et vitamines ainsi que sur l'apport en acides aminés d'une farine de poisson employée à un taux de 7% dans la ration. Les besoins en lysine, isoleucine, histidine, arginine, thréonine, valine sont presque assurés.

DAY et Coll. (1969) maintiennent des rapports énergie/protéine constants au cours de la période de démarrage et la période de finition. Avec des niveaux variables de méthionine et de farine de poisson (61%) supplémentée en solubles, ces auteurs montrent que la méthionine permet d'obtenir une vitesse de croissance et un indice de consommation aussi bas avec une ration toute végétale qu'avec 3,5% de farine de poisson. Les performances supérieures obtenues avec 7 ou même 10% de farine de poisson peuvent être attribuées d'un côté à une élévation des niveaux calorique et azoté de la ration mais aussi à un meilleur équilibre en acides aminés, l'apport d'un seul d'entre eux, la méthionine, faisant disparaître seulement le facteur limitant primaire. D'autres acides aminés, tels que la lysine, doivent être fournis dans la ration en quantité suffisante. C'est pourquoi, lorsque la farine est de bonne qualité, elle améliore l'efficacité alimentaire aux taux de 6 ou 7% (DAY et Coll., 1969),

	Besoin en acides aminés (% de la ration)	Apport d'acides aminés (par 7% de la ration)	Besoins en vitamines (par kg de nourriture)
Arginine	1,2	0,49	Vit. A : 4 000 UI
Histidine	0,3	0,14	Vit. D_3 : 500-900 UI
Isoleucine	0,6	0,48	Vit. B_1 : 2 mg
Leucine	1,4	0,45	Vit. B_2 : 3,5 mg
Lysine	0,9	0,50	Ac. panthoténique : 11 mg
Méthionine	0,9	0,21	
Phénylalanine	1,6	0,27	Ac. nicotinique : 17 mg
Thréonine	0,6	0,29	
Valine	0,8	0,35	Pyridoxine : 3,4 mg
Tryptophane	0,25	0,08	Vit. E
Glycocolle	1,0		

TABLEAU XVI

BESOINS DU POUSSIN ET APPORT D'ACIDES AMINÉS RÉALISÉS PAR UNE FARINE DE POISSON

(d'après SEGERS, 1956).

sinon elle la réduit ou n'influence que le gain de poids (BORNSTEIN et LIPSTEIN, 1964).

L'effet de la farine de poisson doit être relié au niveau de la consommation des poulets : BORNSTEIN et LIPSTEIN (1966) montrent que des niveaux croissants de farine de poisson augmentent le niveau de consommation des oiseaux, surtout en l'absence de supplément de méthionine. WAKELAN et JAFFE (1961) considèrent même que la farine de poisson n'agit qu'en stimulant l'appétit.

L'effet bénéfique de la méthionine dans une ration de poulet contenant de la farine de poisson peut s'expliquer, pour un rapport énergie/protéine donné, par un meilleur rapport entre la méthionine et l'énergie et même entre la méthionine et la lysine (SMITH et SCOTT, 1965) ou d'autres acides aminés. De même, on peut considérer, dans le cas de l'expérience de VOGT et STUTE (1968), que 2,5% de farine de poisson de bonne qualité sont nécessaires pour assurer la meilleure efficacité de l'aliment.

HARTEL (1968), pour sa part, définit le taux de 2,5% de farine de poisson comme un taux minimum dans une ration pratique pour poussins non supplémentée en méthionine.

Il semble que la méthionine ou les acides aminés soufrés aient été considérés longtemps comme les seuls facteurs limitants des rations à base de maïs ou de soja par rapport aux rations supplémentées avec des hauts niveaux de poisson. Or, la lysine, en quantité moins importante dans le tourteau de soja que dans les bonnes farines de poisson, peut être aussi un facteur limitant dans ces régimes, surtout en début de croissance. Ceci se confirme par les travaux de VOGT et STUTE (1968). Ces auteurs remplacent la farine de poisson dans des rations à base de blé et de maïs par le tourteau de soja, mais maintiennent constants les niveaux énergétiques et azotés, les teneurs en minéraux (Ca, P, K et Na), en vitamine B_{12} et en niacine, et surtout en acides aminés soufrés et en lysine. Dans ces

conditions, les performances des poussins ne sont pas différentes suivant l'absence ou la présence de 6% de farine de poisson.

Cependant, VAN LANDIGHAM et Coll. (1962) établissent la hiérarchie suivante pour le poussin Leghorn blanc âgé de 6 à 12 semaines : la valeur biologique de l'oeuf entier, tout autant que l'infériorité de la farine de poisson ou celle de soja sont assez surprenantes :

	Valeur biologique
Oeuf total séché	74,2 ± 1,52
Farine de poisson (60% de protéine)	57,0 ± 0,95
Caséine	58,0 ± 1,64
Soja (Expeller)	76,0 ± 2,61
Gluten de maïs	28,7 ± 1,90

De son côté, ALMQUEST (1941) n'hésite pas à affirmer : "*Une farine de poisson de bonne qualité est une source complète d'amino-acides si l'on se rapporte aux résultats analytiques. C'est l'une des quelques sources de protéines qui permette la croissance normale du poussin, par elle-même*".

Quelle doit être, cependant, la proportion de farine de poisson dans un régime ? Les farines de poisson ne sont incorporées dans les aliments qu'en petite quantité. On les utilise notamment chez les poulets dans une pourcentage qui va de 1 ou 2 à 7 et 8% dans la ration (RISSES, 1968).

Compte tenu de ces données, les usines de fabrication des aliments composés au Maroc réalisent des mélanges de composition assez variée où la farine de poisson entre pour une proportion de 5 à 7%. Citons à titre d'exemple une formule pour poussins jusqu'à 7 semaines, utilisée dans les stations avicoles :

Mélange contenant : -18,5% de matières protéiques brutes
- 5 % de cellulose

Destination : poussins jusqu'à 7 semaines.

- Orge ..... 42 %
- Maïs ..... 20 %
- Gruau de blé dur ..... 6 %
- Issues de blé ..... 10 %
- Farine de poisson (70% M.P.) ..... 7 %
- Farine de viande (50% M.P.) ..... 2 %
- Tourteau d'arachide ..... 5 %
- Levure de bière ..... 3 %
- Eléments minéraux ..... 5 %

• Le poulet de chair

Les poulets de chair, au cours de leur croissance sont très exigeants en nutriments. Les farines de poisson, en tant que source excellente de protéines, d'énergie, de vitamines et de minéraux, ont longtemps assuré les besoins dispendieux mieux que les autres aliments protidiques. WILLIGHAM et EARLE (1966), à la recherche d'une aliment hautement productif et économique, constatent qu'un haut niveau de farine de poisson n'est pas indispensable pour obtenir les meilleures performances et même que les rations sans farines de poisson sont aussi bonnes ou meilleures qu'en présence de ce supplément. Mais la lysine améliore quand même les rations entièrement végétales.

Cependant, si un apport de lysine ou de farine de poisson de bonne qualité est nécessaire au début de la croissance pour avoir les performances maximales chez les poussins, ces conditions sont modifiées en période de finition. En effet, pour cette période, YOSHIDA et Coll. (1967) n'obtiennent dans quatre stations différentes aucune différence statistique sur le gain de poids et l'efficacité de l'aliment lorsqu'une ration contient 5% de farine de poisson est comparée à une ration entièrement végétale bien équilibrée en acides aminés soufrés à l'aide de poulets de 4 à 8 semaines. Dans la plupart des travaux énumérés précédemment, les rations végétales à la base de

céréales et de tourteau de soja sont aussi efficaces avec ou sans supplément de méthionine ou de son hydroxy analogue qu'avec 3% de farine de poisson.

Avec des taux plus élevés de farine de poisson, sans apport d'acides aminés de synthèse, le gain de poids tend à augmenter légèrement mais l'indice de consommation n'est pas ou peu amélioré (BORNSTEIN et LIPSTEIN, 1964) ; ceci correspond donc simplement à une plus grande consommation et un meilleur appétit.

En présence d'un supplément de DL méthionine, les hauts niveaux de farine de poisson (7% avec DAY et Coll., 1962 ; 6% avec BORNSTEIN et LIPSTEIN, 1964) assurent une meilleure efficacité dans l'aliment sans améliorer sensiblement le gain de poids. Dans d'autres cas, en présence d'un haut niveau en lysine ou d'un haut niveau de farine de poisson (10%) (DAY et Coll., 1962 ; BORNSTEIN et LIPSTEIN, 1964), les performances des poulets tendent à être moins bonnes soit pour l'efficacité alimentaire, soit pour le gain de poids.

Ces observations expriment l'importance de la relation entre la lysine et la méthionine, entre ces deux principaux acides aminés et le niveau énergétique, et par rapport au niveau des autres acides aminés dans la ration.

Mais il est probable que d'autres interactions mériteraient d'être étudiées et prises en considération au cours de l'élaboration des régimes.

• La Poule pondeuse

Non seulement la farine de poisson favorise la croissance des jeunes poussins, mais encore elle se montre active pendant les derniers stades de leur développement jusqu'à l'âge adulte. Les besoins des poules pondeuses en farine de poisson ont été longtemps liés à sa richesse en vitamine B_{12} et son aptitude à assurer une bonne production d'oeufs et un haut pourcentage d'éclosabilité.

- Production d'oeufs de consommation

HEUSER et NORRIS (1951) ont remarqué que les poulettes privées de farine animale et en particulier de la

farine de poisson n'atteignent jamais un développement comparable à celui des poulettes qui en reçoivent continuellement, l'époque de l'apparition de la ponte est retardée de plusieurs semaines. La farine de poisson a été également utilisée pour valoriser des rations céréalières hypo-protéiques contenant soit de l'orge, soit du blé et de l'avoine.

Ainsi, JACKSON et Coll. (1967) montrent dans une expérience, que les acides aminés de synthèse n'améliorent pas les performances des poules pondeuses dans une ration de type maïs-soja à 14% de protéine brute et même qu'ils peuvent diminuer la production d'oeufs par rapport à une ration de contrôle riche en farine de poisson.

De leur côté, SMITH et CHANCEY (1967) ont entrepris une étude avec des niveaux variables de blé, d'avoine et de farine de poisson : ils concluent que pour obtenir d'aussi bonnes performances de ponte avec des rations de céréales et de farine de poisson qu'avec une ration de contrôle maïs-soja (17% de protéines brutes), il est nécessaire d'ajouter 2% de farine de poisson à la ration blé-avoine et 5% à la ration blé. DEATON et QUISENBERRY (1964) comparent une ration maïs à une ration sorgho avec et sans 5% de farine de poisson. A un niveau protéique de 14% de protéine brute, la ration maïs sorgho est aussi bonne que la ration maïs-farine de poisson pour la production de l'oeuf. Ces mêmes auteurs dans une nouvelle expérience, montrent que la ration à base de maïs est légèrement déficiente en acides aminés essentiels à la ration de contrôle riche en farine de poisson. Ces travaux montrent l'intérêt de la farine de poisson pour élever le taux protéique et la valeur nutritive des rations céréalières destinées à l'alimentation des poules pondeuses.

- Production d'oeufs d'incubation

A la suite d'une série d'expériences, COUCH (1940) établit que l'éclosabilité des oeufs est favorisée par l'addition de farine de poisson au régime des poules pondeuses. Voici à ce sujet les résultats des essais de PENSACK et Coll. (1949) :

Complément protidique	% d'éclosabilité
0 (régime de base)	55,4
2% farine de sardine	82,9
6% farine de sardine	80,9

L'augmentation du taux d'éclosabilité n'est pas due à la qualité des protéines de la farine de poisson mais à sa richesse en vitamine B_{12} car dans le cas de la poule reproductrice, le besoin en vit. B_{12} est plus important que pour la simple production d'oeuf puisque même sur litière, l'apport de cette vitamine dans la ration améliore l'éclosabilité.

Voici à titre d'exemple une formule d'aliments complets fabriqués et utilisés dans les stations avicoles marocaines pour les poules pondeuses.

Mélange apportant : -18,5% de matière protéique brute
- 6 % de cellulose

- Orge ..... 30 %
- Maïs ..... 20 %
- Issues de blé ..... 15 %
- Tourteau d'arachide ..... 10 %
- Tourteau de soja cuit ..... 5 %
- Tourteau de tournesol ..... 4 %
- Farine de luzerne ..... 5 %
- Farine de poisson (70% M.P.) ..... 4 %
- Levure de bière ..... 2 %
- Minéraux ..... 5 %

CONCLUSIONS

Les farines de poisson jouent actuellement un rôle essentiel dans la couverture des besoins protidiques des volailles, tant du point de vue qualitatif que quantitatif. En apportant de la lysine, elles permettent de corriger une des déficiences majeures des protéines fournies par les céréales et d'augmenter l'efficacité protéique de chaque ration. La majeure partie des aliments destinés aux poulets de chair ou aux poules pondeuses renferment au moins 2 à 3% de farine de poisson. Cette farine a un avantage indéniable sur la

farine de viande, celui d'avoir une qualité beaucoup plus constante et, par là même, un haut niveau de supplémentation qu'elle seule est capable d'assurer.

Certains acides aminés de synthèse : méthionine et lysine viennent concurrencer actuellement cette source traditionnelle, mais dans le contexte technique et économique, ils ne sont pas en mesure de la remplacer.

2 - Perspectives pour les autres animaux domestiques

a - Porc

La consommation de la viande porcine est interdite par la religion au Maroc. Cet interdit religieux est très conséquent et aurait pu entraîner la disparition de l'espèce porcine au Maroc s'il n'y avait pas une communauté européenne.

L'élevage des porcs ne peut pas résoudre le problème de la sous-nutrition au Maroc, mais il peut néanmoins contribuer à l'émousser. Il est moralement et socialement intolérable et incompatible avec la diginité des hommes de mépriser des aliments nobles et de grandes richesses nutritives quand une population souffre de la faim. La situation économique et démographique du Maroc devrait lui interdire de mépriser une spéculation, intéressant la production porcine, d'autant plus que le pays possède une réelle infrastructure pour une telle production.

Le problème de l'alimentation de cette espèce ne fait l'objet d'aucune étude au Maroc ; cependant, le tableau des effectifs du cheptel national nous montre une certaine progression de cette espèce.

En ce qui nous concerne, nous allons seulement mettre en évidence l'intérêt de l'introduction de la farine de poisson dans la ration des porcs.

En effet, les céréales et les pommes de terre employées exclusivement ne permettent pas une croissance satisfaisante du porc. C'est pourquoi il faut toujours

compléter ce régime par un concentré azoté qu'il importe de choisir judicieusement. Parmi les suppléments protidiques d'origine animale, la farine de poisson occupe une place privilégiée. Comparée aux farines de déchets d'abattoirs (HENRY et MORRISON, 1953) et à la farine de viande (SCOTT, 1942), elle se révèle supérieure comme complément des rations porcines à base de maïs.

Seul le lait écrémé est capable de supplémenter un régime végétal aussi efficacement que le poisson, mais l'avantage économique du régime à base de farine de poisson est ici significatif.

La suprématie d'une catégorie de concentrés protéiques, quelle que soit sa provenance, n'a jamais été admise sans restriction, puisque dans la pratique courante, on fait toujours usage de concentré mixte renfermant 1/3 de farine de poisson. RISSES (1969), en étudiant les préférences alimentaires des porcelets, est arrivé à la hiérarchie suivante, en allant du plus au moins appétant :

- sucre
- farine de poisson
- lait Spray
- tourteau de soja
- avoine décortiquée
- maïs

D'après ce classement, la farine de poisson vient juste derrière le sucre, l'orge et le maïs viennent très loin derrière.

WOODMAN et EVANS (1948), étudiant la quantité minimum de farine de poisson à une bonne croissance du porc, constatent que 7% de la farine de poisson dans une ration suffiraient à satisfaire les besoins azotés. Actuellement, la plupart des auteurs préconisent qu'il ne faut pas dépasser le taux de 5% de farine de poisson pour ne pas communiquer un goût désagréable aux produits finis.

b) Ruminants

Les besoins globaux du cheptel marocain s'élevant à 8 560 000 000 UF par an, les disponibilités actuelles

s'élèvent à 5 320 000 000 UF par an. Ce déficit existe depuis des décennies et reste encore à combler. Dans les données essentielles des problèmes de l'élevage, il occupe la première place.

Une alimentation insuffisante et irrégulière résultant de la rareté des cultures fourragères, de l'absence des réserves en fourrage sec, de la méconnaissance de l'ensilage constitue le goulot d'étranglement principal de l'élevage de notre pays, paralysant ainsi la reproduction.

La farine de poisson pourra combler dans certaines mesures l'insuffisance azotée de notre cheptel, tout au moins pendant la saison hivernale et de même jouer un rôle important dans l'amélioration zootechnique de notre élevage.

- *Le boeuf et le bouvillon*

Chez le boeuf et le bouvillon, la ration peut ne pas être aussi rigoureusement équilibrée que chez les autres animaux domestiques, du fait des micro-organismes du rumen, qui sont capables de synthétiser les acides aminés à partir des protéines mises à leur dispositon, de l'urée et des sels ammoniacaux. Cette flore microbienne est aussi capable de synthétiser les vitamines du groupe B. Mais il semble cependant qu'en toute saison, la supplémentation apportée par les farines de poisson soit profitable, pour mener un animal de boucherie à un état d'engraissement satisfaisant. Les expériences dans ce sens sont peu nombreuses. CAVANAUCH (1935) aurait pu amener des génisses d'un an à un poids supérieur de 136kg à celui de génisses témoins, avec un supplément de farine de poisson. D'autres auteurs ont constaté des résultats analogues avec 1 300g de farine quotidiennement.

- *La vache laitière*

Dans le cas présent, la ration protidique doit être obligatoirement plus élevée afin de compenser les dépenses dues à la lactation. Les tables d'ALLMAN et HAMILTON (1948) nous apprennent qu'une vache de 454kg exige 272g de protides digestibles pour son entretien et un supplément de 50g par litre de lait produit.

La supplémentation protidique peut être entièrement assurée par la farine de poisson puisqu'il est possible d'ajouter sans inconvénient au régime des vaches laitières 1kg de farine de poisson pour 500kg de poids vif. On enregistre même d'heureuses répercussions sur la sécrétion lactée, l'état physique des animaux et leur reproduction. La teneur en lipides du lait aurait, d'autre part, tendance à augmenter si la farine de poisson est additionnée de lupin.

- *Les ovins*

Les ovins peuvent sans inconvénients passer l'hivernage en ne recevant qu'une ration de foin et de paille. Deux manifestations physiologiques en sont l'immédiate conséquence : une chute de poids et une diminution quantitative et qualitative de la production lainière. Il existe d'ailleurs, une étroite relation entre le gain de poids et la fixation de protides sous forme de laine. C'est pourquoi il faut faire appel à des rations riches en azote.

Tout comme la farine de luzerne et les tourteaux, la farine de poisson peut fort bien pourvoir à la satisfaction partielle du besoin protidique et figurer dans un régime à dose de 50-100 g par 100kg de poids vif.

*
* *

QUATRIEME PARTIE

INVESTISSEMENTS NECESSAIRES A LA CREATION D'UNE INDUSTRIE NATIONALE

I - FLOTTILLE DE PÊCHE

Avant la création de l'Office National des Pêches (O.N.P.), la situation de l'armement marocain était un des plus grands handicaps au développement du secteur des pêches. Ainsi, après une analyse approfondie, l'O.N.P. a entrepris une double action : d'une part la modernisation de la flottille existante pour accroître sa rentabilité et sa production, d'autre part la création d'un armement industriel par l'achat de grosses unités modernes et spécialisées.

L'O.N.P. s'est donc attaqué à tous ces problèmes en cherchant à moderniser, sans la modifier profondément, cette flottille artisanale -dans ce but, il a distribué des primes aux armateurs ayant équipé leur bateau de Powerblocks- en lançant un appel d'offre pour l'acquisition de moteurs hors-bord, en constituant des coopératives de marins pêcheurs, en installant sur les quais des pompes pour accélérer les déchargements de poisson.

Toutes ces mesures ont contribué à augmenter la production de la flottille existante de 50%, d'autant plus que les filets de nylon ont remplacé les filets de coton et que les bateaux sont désormais équipés de radios et de soudeurs. Parallèlement, l'O.N.P. a mis sur pied par le canal de sociétés mixtes, l'amorce d'une flotte industrielle actuellement forte de 15 unités et représentant 6 000 tonneaux de jauge brute environ.

Ainsi, actuellement, la flotte de pêche marocaine comprend 3 584 unités de 118 chalutiers (2 938 tx), de 323 sardiniers (10 340 tx), de 531 palangrins à moteur (1 992 tx) et de 2 612 palangrins à rames (2 464,78 tx).

Cette flotte est surtout concentrée dans les ports de l'Atlantique, les ports du Nord sont moins pourvus, à l'exception de Tanger.

Il est bien évident que cette flotte, qui a beaucoup progressé en 4 ans, va continuer à se développer. Les perspectives pour 1977 sont de 46 056 tonneaux de jauge brute, c'est-à-dire un doublement de la flotte actuelle.

Enfin, il ne faut pas oublier l'un des problèmes importants auxquels se heurte le développement des pêches maritimes au Maroc : celui du manque des cadres navigants qualifiés. En effet, la pêche qui se pratique actuellement dans un cadre artisanal ne dispose que de patrons pêcheurs ayant une bonne formation empirique, mais manquant de connaissances théoriques, notamment en matière de navigation en haute-mer. Deux écoles d'apprentissage maritime, l'une à Safi et l'autre à Agadir forment actuellement des apprentis marins, mais malheureusement, elles ne sont pas suffisamment équipées en matériel et en personnel pour former les cadres qualifiés nécessaires au développement de la pêche.

TONNAGE

Années	1	2	3	4	5	6
1969	5 309	3 822	7 104	1 812	2 789	20 836
1970	5 527	3 010	7 729	1 780	2 841	20 887
1972	5 324,91	952,83	8 924,23	1 853,06	1 544,60	18 599,63
1973	6 938	1 772	10 340	1 992	2 464	23 506
Perspectives 1977	16 338	1 772	23 490	1 992	2 464	46 056

(Office National des Pêches du Maroc)

1 : Chalutiers
2 : Chalutiers sardiniers
3 : Sardiniers
4 : Palangrins et langoustiers à moteurs
5 : Palangrins et langoustiers à rames
6 : Total global

II - USINES ET TRAITEMENT

Ces dernières années, l'industrie de la farine et de l'huile de poisson a progressé davantage que n'importe quel autre secteur des industries de l'utilisation du poisson. Ceci est concrétisé par le nombre important d'usines (17). Elles occupent 1 700 emplois, soit 1,3% des emplois de toute l'industrie marocaine.

Dans ce paragraphe, nous allons surtout insister sur les problèmes qui s'opposent à cette industrie, et essayer de donner quelques solutions et recommandations d'application possibles et à court terme.

1 - Industrie actuelle de la farine de poisson au Maroc

a - Localisation

Les trois principales régions où est localisée l'industrie de la sardine sont : Agadir, safi et Essaouira.

Le nombre d'usines de farines de poisson est le suivant :

Agadir ..... 8 usines
Safi ..... 6 usines
Essaouira ..... 3 usines

Outre les usines mentionnées ci-dessus, qui ne transforment que la sardine, on trouve quelques usines de farines de poisson au Nord, par exemple à Casablanca et une à Larache.

b - Capacité

La capacité officielle nominale s'établit comme suit :

Agadir ..	138	tonnes	de	matière	première	/heure
Safi	72	"	"	"	"	"
Essaouira	20	"	"	"	"	"
Divers ..	15	"	"	"	"	"

Sur la base d'un jugement critique et pratique tenant compte de l'âge du matériel, de la nécessité de périodes d'arrêts, de l'entretien, etc..., la capacité

maximale réalisable en pratique est estimée comme suit :

Agadir ..	100	tonnes	de	matière	première	/heure
Safi	55	"	"	"	"	"
Essaouira	15	"	"	"	"	"
Divers ..	15	"	"	"	"	"

Pour les usines transformant la sardine, la capacité totale moyenne pratique s'élève à 170 tonnes/heure.

c - Approvisionnement en matière première et utilisation de la capacité

En 1972, l'approvisionnement en matière première ventilé entre les 3 régions est le suivant :

Agadir	95 000 tonnes
Essaouira	22 000 tonnes
Safi	15 000 tonnes
Soit au total :	132 000 tonnes

Le chiffre estimatif pour les usines du nord est de 7 000 tonnes.

Sur la base de la capacité pratique moyenne, ces chiffres donnent une utilisation moyenne de la capacité correspondant à 778 heures de production par usine et par an, soit encore 33 tonnes/24h/usine/an.

Il semble donc que tant à Agadir qu'à Safi, on dispose d'une capacité de réserve considérable, à condition toutefois que toutes les usines fonctionnent simultanément.

d - Niveau technique de l'industrie

L'âge du matériel est assez élevé : 15 à 20 ans ou davantage pour la plupart des usines. A quelques exceptions près, le niveau technique est par conséquent faible.

On notera les caractéristiques suivantes communes à la plupart des usines :

- L'usine consiste en différentes unités de production de petite dimension (chaîne de production) demandant un entretien et une attention considérables et fournissant des produits de qualité variable.

- On utilise essentiellement des cuiseurs directs. Par la suite, de grandes quantités d'eau sont introduites dans le processus (200 litres par tonne de poisson), ce qui entraîne une faible économie.

- La plupart des séchoirs sont de type direct, fonctionnant à de fortes températures tant à l'entrée qu'à la sortie. Cela signifie une utilisation excessive de combustible, une économie peu rationnelle, une mauvaise qualité de la farine et un rendement réduit.

- Un grand nombre d'usines utilisant des presses à entraînement simple. En général, les installations de pressage sont très vétustes et inefficaces. Notamment en juillet-août, lorsque le poisson est difficile à traiter, l'installation entraîne une capacité de production réduite et une qualité inférieure de la farine.

- Une partie seulement dans l'industrie est équipée pour utiliser l'eau de colle qui contient environ 20% de la substance sèche de poisson. On estime qu'environ 70% de l'eau de colle industrielle n'est pas utilisée.

2 - Améliorations possibles

La production doit être continue et consister en différents processus distincts qui toutefois dépendent les uns des autres. Il est par suite souvent difficile d'introduire un changement dans un processus sans avoir à modifier également les autres opérations.

a - Utilisation de l'eau de colle

La principale source de perte est actuellement le manque d'équipement destiné à utiliser l'eau de colle. L'eau de colle contient environ 20% de la substance sèche de poisson. Par utilisation de l'eau de colle, une tonne de poisson donne 230kg de farine de poisson, sans utilisation de l'eau de colle, une tonne de poisson ne donne que 185kg de farine de poisson.

Par suite, 45kg de farine de poisson sont perdus pour chaque tonne de poisson transformé. On n'utilise actuellement qu'environ 30% de l'eau de colle dans l'industrie marocaine de farine de poisson. La perte totale, sur la base de la production de 1972 correspond au cours actuel à environ 8-10 millions de DH par an.

b - Installation de la presse

50% seulement de la capacité approximative existante des presses sont de type à double entraînement; de plus, une partie est très vétuste et devra être remplacée rapidement.

Toutes les autres presses sont de type à entraînement simple ; la plupart d'entre elles sont très vétustes.

L'utilisation des presses à double entraînement a pour avantage une amélioration de la qualité de la farine de poisson ; de plus, il sera possible de faire l'économie d'une quantité considérable de carburant dans le système de séchage.

c - Manutention de la farine

Actuellement, la farine de poisson est directement mise en sac. Du fait que la matière se compose en partie de sardines entières et en partie de déchets, et cela suivant des proportions incontrôlables, la qualité de la farine de poisson est variable. Cela peut entraîner des réductions de prix et des réclamations de la part des acheteurs.

Chaque usine devrait disposer de silos pour l'homogénéisation, d'une capacité correspondant à la production d'un à deux jours. L'utilisation de ce système permettrait d'uniformiser la qualité des lots de farine, les usines pourraient garantir leur qualité : le client est prêt à payer davantage.

d - Déchargement et transport des poissons

Le système de pompage utilisé est sans doute la seule solution compte tenu des dimensions et du type des embarcations de pêche utilisé. Tant que le poisson est frais et en bon état, les pertes dans l'eau de pompage ne sont pas très élevées. Le pompage endommage quelque peu le poisson mais tant que la fraîcheur se maintiendra de façon satisfaisante. Toutefois, si la pêche industrielle devait être effectuée avec des unités de plus grande taille, des matières premières moins fraîches et des durées de transport accrues des fonds de pêche aux ports, il faudrait envisager d'autres systèmes de déchargement que le pompage.

e - Contrôle de la qualité

Quelques usines seulement disposent de laboratoires de contrôle de qualité. La plupart des usines ne sont pas équipées pour permettre les contrôles les plus simples de leur production. Des échantillons doivent être envoyés aux laboratoires de Casablanca, ce qui demande du temps. Chaque usine devrait disposer au moins du matériel permettant de déterminer la teneur en huile et en eau. En outre, on devrait disposer à Agadir d'un laboratoire permettant des analyses plus complexes.

f - Possibilités d'entretien

Une partie importante du matériel actuel a été achetée à différents fournisseurs d'importance mineure dont une partie n'existe plus. Par suite, on ne dispose que de services d'entretien limités. Les pièces de rechange sont difficiles à obtenir.

La modernisation des usines devrait de préférence être réalisée en collaboration avec des entreprises renommées, ayant des représentants sur place. On devrait prévoir comme objectif pour les fournisseurs de disposer d'un stock de pièces de rechange au Maroc, de préférence à Agadir.

3 - Recommandations

1) L'industrie marocaine de la farine de poisson perd chaque année 8-10 millions de DH par suite du manque de matériel pour assurer l'utilisation de l'eau de colle. Le principal objectif devrait donc constituer à encourager l'installation d'un matériel dans les usines qui ont, par ailleurs, la possibilité de survivre.

2) Toutes les usines devraient acquérir un matériel simple de contrôle de la qualité ainsi que les instructions relatives à son utilisation.

3) Les usines qui ne disposent pas d'un tel équipement devraient installer des cuiseurs indirects et des presses à double révolution.

4) Des silos pour l'homogénéisation de la farine devraient être installés, de préférence par les usines où la matière première est de qualité variable (déchets et sardines).

5) Toutes les usines devraient faire l'objet d'une enquête individuelle, en vue de permettre d'établir les bases du développement.

6) Un plan de développement de l'industrie des farines de poisson portant sur les 5 à 10 années à venir devrait être élaboré, y compris des plans relatifs à un contrôle de qualité.

4 - Coopération entre les différentes usines

Il serait peut-être important pour le développement structural que les usines individuelles coopèrent. Il semble actuellement y avoir très peu d'échange d'information entre les usines. L'expérience dans les autres pays a prouvé qu'il était souhaitable de créer une puissante association nationale des producteurs, capable de fonder des organes communs de recherche et de développement, de contrôle de la qualité, d'établir les normes et des procédures, etc... Une association de producteurs puissante et active avec le concours d'un organisme gouvernemental approprié, comme l'Office National des Pêches,

serait à même de réaliser des programmes de recherches et de développement trop coûteux pour les usines individuellement.

La coopération devrait porter sur les domaines suivants :

- recherche fondamentale
- amélioration des produits
- développement de nouveaux produits
- amélioration et développement du traitement (machines, méthodes, etc...)
- norme pour le contrôle de la qualité et supervision
- formation de contrôleurs et de personnel de production, notamment opérateurs et réparateurs de machine.

De telles activités communes seraient dans l'intérêt de l'ensemble de l'industrie et permettraient ainsi à l'industrie marocaine de rester compétitive par rapport aux industries des autres pays.

*
* *

TABLEAU FINAL

COMPOSITION CHIMIQUE BRUTE MOYENNE DE LA FARINE DE SARDINE AU MAROC

1) Composition chimique brute

- Humidite : N = 170
  $\bar{X}$% = 7,43 (4,2-10,5)
- Matières sèches : N = 170
  $\bar{X}$% = 92,57
- Matières minérales : N = 100
  $\bar{X}$% = 16,16
- Matières azotées (N × 6,25)
  N = 186
  $\bar{X}$% = 66,92 (59,2-72,8)
- Matières grasses : N = 171
  $\bar{X}$% = 6,67 (3,1-11)
- P : N = 3
  $\bar{X}$% = 2,85
- Ca : N = 3
  $\bar{X}$% = 5,45
- NaCl : N = 106
  $\bar{X}$% = 1,26 (0,5-3,7)
- NH_3 : N = 116
  $\bar{X}$% = 0,097 (0,03-0,31)

N = nombre de dosage de chaque élément

$\bar{X}$ = teneur moyenne calculée sur tous les dosages

(Tables d'analyses des aliments des animaux - GERNA, 1972, p.42).

3) Teneur en vitamines

Vitamine B_{12} (ppm)	: 0,17
Riboflavine (ppm)	: 5,9
Niacine (ppm)	:58,0
Acide pantothénique (ppm)	: 9,2

(JAUBERT R., 1973 - Importance de la farine de poisson dans les aliments composés du bétail. L'alimentation et la vie, 61, 44).

2) Teneur en acides aminés

- Arginine :	6,83 ± 0,4
- Histidine :	1,96 ± 0,2
- Lysine :	8,28 ± 0,5
- Tyrosine :	3,21 ± 0,3
- Phénylalanine :	4,01 ± 0,4
- Tryptophane :	0,97 ± 0,1
- Cystine :	0,86 ± 0,3
- Méthionine :	3,24 ± 0,3
- Thréonine :	4,33 ± 0,3
- Leucine :	7,33 ± 0,7
- Isoleucine :	4,37 ± 0,3
- Valine :	4,98 ± 0,5

(pour 16g de N ou 100g de protéines brutes selon le Laboratoire de Recherches et de Diagnostic de Casablanca, 1971)

4) Valeur énergétique par kg

Volaille :

Energie métabolisable : 2 780 KCal

Porcs :

Energie digestible : 3 850 KCal

Energie nette : 2 030 KCal

Ruminants :

Energie nette, KCal 1 460

U.F. 0,93

U.A. 0,65

(PROTECTOR, 1971 - Tables de composition des matières premières, p. 25).

CONCLUSION GENERALE

I - Les farines de poisson sont utilisées universellement dans l'alimentation des monogastriques. Au Maroc, ces farines rentrent exclusivement dans l'alimentation des volailles du secteur industriel.

II - Les farines de poisson sont avant tout des sources en protéines qui ont une bonne digestibilité et une valeur biologique élevée. Elles permettent ainsi de corriger le déséquilibre majeur des céréales. Certains acides aminés de synthèse viennent concurrencer cette source de protéines mais dans le contexte économique et technique actuel, ils ne sont pas en mesure de la remplacer.

III - S'il est normal de vanter les mérites d'un produit alimentaire, l'objectivité veut que l'on cite aussi ses inconvénients. Les accidents provoqués parfois chez les animaux et l'apparition dans leurs tissus de saveur et d'odeur de poisson seront évités en veillant sur la qualité de la matière première, en surveillant la préparation industrielle, en utilisant des farines dégraissées, en ne dépassant pas le taux d'incorporation de 7 à 8% et en cessant et en restreignant leur utilisation un mois avant l'abattage.

IV - Au moment où l'on parle de la sous-nutrition protidique et ses conséquences, l'utilisation locale des farines de poisson est infime par rapport à la part exportée. Il est plus que nécessaire de trouver d'autres débouchés à cette farine au Maroc et d'essayer de vulgariser son emploi, surtout dans le secteur de l'aviculture traditionnelle.

V - Par la prédominance de la bécasse de mer sur toutes les autres espèces de poisson, y compris la sardine, le Maroc doit optimiser l'exploitation et l'utilisation de cette source disponible au large de ses côtes.

*
* *

Vu : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire,
Rapporteur,

Professeur FALIU

Vu : Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire

Professeur R. LAUTIE

Vu : Le Président de la Thèse

Professeur GAYREL

Vu et Permis d'Imprimer
Toulouse, le 8 avril 1975
Le Président de l'Université
Paul-Sabatier

Professeur LARENG

BIBLIOGRAPHIE

[1] - ABRAHAM (J.), PERETIANU (J.), ADRIAN (J.), RERAT (J.) et LOUGNON (J.).- Influence de la conduite du séchage à la flamme sur l'efficacité des protéines de la farine de hareng. Etude sur le rat. *Annls. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 1963, 3, 25-33.

[2] - ALLMAN (R.T.) et HAMILTON (T.S.).- Nutritional deficiences in livestock. *F.A.O. Agr. Studies*, 1948, 5.

[3] - BELVEZE (H.).- Premières observations sur le stock sardinier de l'Atlantique marocaine à la fin de l'année 1970. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, mai 1971, 18.

[4] - BELVEZE (H.).- Etats des stocks sardiniers au Maroc à la fin de l'année 1973. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, Juin 1974, 6.

[5] - BERRUYER (J.P.).- Contribution à l'étude de la contamination des farines de poisson par les Salmonella. *Thèse Doct. Vét.*, Lyon, 1973.

[6] - BIELY (J.) et MARCHE (B.E.).- Protein level and aminoacid balance in the laying ration. *Poult. Sci.*, 1964, 43, 98-105.

[7] - BLACKE (J.H.), HICKLEY (J.P.) et CHANDLA (S.).- Assistance à l'usine S.O.N.A.F.A.P. de production de concentrés protéiques de poisson. *Rapport final*, 1969, 28-52.

[8] - BLOCK (R.) et BOLLING (A.D.).- The aminoacid composition of proteins and foods. *Thomas SPRINGFIELD III, 2e Edit.*, 1951.

[9] - BORNSTEIN (S.) et LIPSTEIN (B.).- Methionine supplementation of practical broiler rations. I. The value of added methionine in diet of varying fish meal levels. II. The value of added methionine in broiler finisher rations. *Br. Poult. Sci.*, 1964, 5, 167-175 et 1966, 7, 273-284.

[10] - BRION (A.), LABIE (C.) et FONTAINE (M.).- Encéphalomalacie de nutrition. *Revue Méd. Vét.*, 1958, 10, 685.

[11] - CALET (C.), BLUM (J.C.) et MEISSONNIER (E.).- Fish meal in poultry rations. *Congrès des Fabricants des Farines de Poisson*, Amsterdam, Oct. 1969.

[12] - CARPENTER (K.J.), MORGAN (C.B.), LEA (Ch.) et PARR (L.J.).- Chemical and nutritional changes in stored herring meal. *Br. J. Nut.*, 1962, 16, 451.

[13] - CAVANAUCH (W.).- The estimation of available lysine in proteins concentrates. *Biochem. J.*, 1956, 11.

[14] - CONSTANTIN (J.L.).- Etude de l'efficacité alimentaire des farines de poisson. *Thèse Doct. Vét.*, Alfort, 1964.

[15] - CREAC'H (P.V.).- Les protides de farines de poisson et leur utilisation dans l'alimentation animale. *Congrès International d'Etude sur le Rôle du Poisson dans l'Alimentation*, Paris, Oct., 1950, 249-294.

[16] - CRUICKSHANK (E.M.).- *Proc. Seventh World's Poultry Congress*, Cleveland, Ohio, 1939, 539-542.

[17] - DAY (E.J.), DILWORTH (B.C.) et HILL (J.E.).- Fish by products, poultry by products meal and M.H.A. as variable in broiler rations. *Poult. Sci.*, 1962, 41, 1261-1269.

[18] - DEATON (J.W.) et QUISENBERRY (J.H.).- Effect of protein level and source and gain source on performance of egg production stock. *Poult. Sci.*, 1964, 43, 1214-1219.

[19] - DOUTRE (H.).- Teneur en matière protéique, en calcium et phosphore d'échantillons de farines fabriqués à partir de trois clupéidés du Sénégal. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays tropicaux*, 1956, 3, 350.

[20] - FERRANDO (R.).- Alimentation et équilibre biologique. *Flammarion Edit.*, Paris, 1961, 18-32.

[21] - FERRANDO (R.), HENRY (N.) et VAIMAN (M.).- Etude sur la valeur alimentaire des farines de viande. *Revue Méd. Vét.*, 1962, 138, 379.

[22] - FERRANDO (R.).- Les bases de l'alimentation. *Vigot Frères Edit.*, 2e Edit., Paris, 1964, 5-47.

[23] - FERRANDO (R.).- Alimentation du poulet et de la poule pondeuse, bases et application. *Vigot Frères Edit.*, Paris, 1969, 32-40.

[24] - F.I.D.E.L.O.- Industrie de la farine et de l'huile de poisson au Maroc. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, 1973, 6.

[25] - FILLALI (B.).- La sardine marocaine atlantique, biochimie et biologie, pêche et commercialisation, conservation et contrôles sanitaires. *Thèse Doct. Vét.*, Toulouse, 1973.

[26] - FRIDIHJOF (J.).- Rapport sur les possibilités de lancement d'une campagne nationale en faveur de la consommation du poisson et de la farine de poisson au Maroc. Rome F.A.O., août 1959.

[27] - FURNESTIN (J.).- La production de la sardine des côtes atlantiques au Maroc. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, 1968, 23.

[28] - GERO (J.B.).- Fabrication des farines de poisson comestibles à partir de la sardine marocaine. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, 1959, 3.

[29] - GERO (J.B.).- Composition biochimique de la sardine (Sardina pilchardes) des côtes marocaines. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, 1961, 6.

[30] - GERO (J.B.).- Note sur la biochimie de quelques poissons des côtes atlantiques marocaines. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, 1966, 14.

[31] - JACKSON (N.), SQUANCE (E.) et SHANNON (D.W.F.).- Studies of the effect of lysine and methionine supplementation of highprotein maize and of low-protein barley -with fish meal diet on the performance of caged layers. *Br. Poult. Sci.*, 1967, 8, 43-53.

[32] - JAUBER (P.).- Importance de la farine de poisson dans les aliments composés du bétail. *L'Alim. et la Vie*, 1973, 1.

[33] - HARTEL (H.).- Prüfung unterschiedlicher Anteile von Fischmeld in Broilerrationen. *Arch. f. Geflügelk*, 1968, 32, 13-29.

[34] - HERY (W.A.) et MORRISSON (F.B.).- Feeds and feeding. *The Henry MORRISON Co*, Milwaukee, 1953, 186, 652-653.

[35] - HEUSER (G.F.) et NORRIS (L.C.).- An unknown nutritive factor in feeds of animal origin. *Poult. Sci.*, 1951, 30, 470-471.

[36] - KAPSTOTIS (B.).- Rapport complémentaire sur la fabrication de farine alimentaire de poisson à partir des sardines à l'usine de la Société Azote-Union à Safi (Maroc). Rome, F.A.O., sept. 1961.

[37] - KASBAOUI (M.).- Contributions actuelles et futures d'une industrie de l'alimentation animale au Maroc. *Thèse Doct. Vét.*, Alfort, 1973.

[38] - KHOMSI (O.).- Les principaux aliments du bétail au Maroc. *Thèse Doct. Vét.*, Toulouse, 1970.

[39] - KIFER (R.R.) et PAYNE (W.L.).- Selenium content of fish meal. *Feedstuffs*, 1968, 40, 32-35.

[40] - KRENSER (J.).- Rapport sur une étude des approvisionnements en poisson frais, farine alimentaire de poisson et dérivés de poisson et leur utilisation dans une campagne nationale au Maroc, F.A.O., fév. 1960.

[41] - LAYACHI (F.).- Contribution à l'étude de la production porcine au Maroc. *Thèse Doct. Vét.*, Toulouse, 1973.

[42] - LEROY (A.M.).- Le porc. *Hachette Edit.*, Paris, 1937, 23-40.

[43] - LESBOUYRIES (G.).- Pathologie des oiseaux de basse-cour. *Vigot Frères Edit.*, Paris, 1965, 49-60.

[44] - MARCH (B.E.), BEELY (J.), CLARGETT (F.E.) et TARR (H.L.). Nutritional and chemical changes in the lipid fraction of herring meals with and without antioxydant treatment. *Poult. Sci.*, 1962, 873-880.

[45] - MEISSONNIER (E.).- Les aliments protidiques d'origine animale dans la ration des volailles. *Thèse Doct. Vét.*, Lyon, 1970.

[46] - MERAT (H.P.).- Utilisation des huiles de poisson. *Congrès International d'Etude sur le Rôle du Poisson dans l'Alimentation.* Paris, oct. 1950, 313-328.

[47] - MILLIER (R.).- Rapport de pêche. Rome, F.A.O., 1970, 92.

[48] - MOREAU (P.).- L'encéphalomalacie de nutrition du poulet. *Thèse Doct. Vét.*, Alfort, 1962.

[49] - MORRISON (A.B.), SCOTT (M.L.) et NORRIS (L.C.).- Evidence for and unidentified mineral by the chick. *Poult. Sci.*, 1955, 34, 738-740.

[50] - NESHEIM (M.C.).- The lysine origin interaction in chickens. *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, 1968, 73-78.

[51] - PION (R.) et FAUCONNEAU (G.).- Les acides aminés des protéines alimentaires. Méthodes de dosages et résultats obtenus. A.E.C., 1966, 6, 159-175.

[52] - POINSARD (F.).- Etat de nos connaissances sur la bécasse de mer. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, juin 1974, 7.

[53] - RASCOVICH (E.M.).- Note préliminaire sur la commercialisation de la farine de poisson produite au Maroc. Rome, F.A.O., juin 1970.

[54] - RICHTER (J.).- Zehn Jahre Geburtshilfliche Klinik *Berl. tierärztl. Wschr.*, 1943, 397 et 417.

[55] - RISSES (J.).- Bien nourrir les bêtes, pour mieux nourrir les hommes. *Vigot Frères Edit.*, Paris, 1968.

[56] - RISSES (J.).- Alimentation du bétail : ovins, bovins, porcins et volailles. *Flammarion Edit.*, Paris, 1969.

[57] - SEGERS (G.).- Contribution à l'étude des farines de poisson dans l'alimentation animale. *Thèse Doct. Vét.*, Lyon, 1956.

[58] - SERRE (J.) et GERO (J.B.).- Etude sur la valeur nutritive d'un pâté de sardine fabriqué au Maroc. *Bull. Inst. Pêches marit.* Maroc, 1961, 6.

[59] - SMITH (R.E.) et SCOTT (H.M.).- Measurement of the aminoacid content of fish meal, proteins before and after treatment. *Poult. Sci.*, 1967, 44, 401-407.

[60] - SMITH (R.E.) et CHANCEY (H.W.R.).- Laying rations based on sheat, oats and fish meal. *Poult. Sci.*, 1967, 46, 1438-1442.

[61] - SULLIVAN (T.W.), BARNETT (B.D.) et BIRD (H.R.).- Effect of origin processing and storage on the unidentified growth factor activity of a variety of fish meals. *Poult. Sci.*, 1960, 39, 1037-1041.

[62] - TEXIER (M.).- Contribution à l'utilisation des farines alimentaires de poisson en alimentation humaine. *Thèse Doct. Vét.*, Alfort, 1967.

[63] - VAN LANDINGHAM (A.H.), CLARK (T.V.) et SCHEIDER (B.H.).- Effect equalized feed intake on the response of chicks to fish meal. *Poult. Sci.*, 1962, 21, 347-350.

[64] - VOGT (H.).- Versuch über den vollständigen Ersatz von Fischmehl durch pflanzliche Ei weissträger. *Arch. f. Geflügelk.*, 1968, 32, 225-442.

[65] - VOGTH (H.) et STUTE (K.).- Versuch über den vollständigen Ersatz von Fischmehl durch pflanzliche Eiweissträger. *Arch. f. Geflügelk*, 1968, 32, 30-44.

[66] - WAKELAN (J.A.) et JAFFE (W.P.).- Unidentified chick growth factors in fermentation by products. *J. Sci. Fond. Agric.*, 1961, 12, 335-341.

[67] - WILLINGHAME (E.) et EARLE (J.D.).- Influence of fish meal and aminoacid balance in practical rations on broiler performance. *Poult. Sci.*, 1966, 45, 1138.

[68] - YOSHIDA (M.), MIZUTANI (R.), MEKADA (H.), HIRASHIMA (H.) et YAMAGUCHI (K.).- Requirement of sulphur aminoacid for broiler-type chicks after 4 weeks of age. *Jap. Poult. Sci.*, 1967, 4, 177-182.

[69] - ZIEGER (A.).- Die Diagnose der Trächtigkeit der Rinder unter der Sterilität. Leipzig, 1942, 56-82.

*
* *